ALEX SONY MORENO MONTEIRO

Sistema Predial de Água, Esgotos e Drenagens de Águas Pluviais

Caso Prático - Projecto Hidros-sanitário

Universidade Jean Piaget de Cabo Verde

Campus Universitário da Cidade da Praia
Caixa Postal 775, Palmarejo Grande
Cidade da Praia, Santiago
Cabo Verde

Dezembro de 2014

ALEX SONY MORENO MONTEIRO

Sistema Predial de Água, Esgotos e Drenagens de Águas Pluviais

Caso Prático - Projecto Hidros-sanitário

Universidade Jean Piaget de Cabo Verde

Campus Universitário da Cidade da Praia
Caixa Postal 775, Palmarejo Grande
Cidade da Praia, Santiago
Cabo Verde

Dezembro de 2014

Alex Sony Moreno Monteiro, autor da monografia intitulado Sistema Predial de Água, Esgotos e Drenagem de Águas Pluviais: Projecto Hidros-sanitário que, salvo fontes devidamente citadas e referidas, o presente documento é fruto do meu trabalho pessoal, individual e original.

Cidade da Praia, 29 de Dezembro de 2014
Alex Sony Moreno Monteiro

Memória Monográfica apresentada à Universidade Jean Piaget de Cabo Verde como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciatura em Engenharia de Construção Civil.

Dedicatória

Aos meus pais, meus irmãos, e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. Ao professor António Augusto Gonçalves pela paciência na orientação e estímulo que tornaram possível a conclusão desta monografia, bem como a todos os professores que me acompanharam durante esta fase de graduação.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá

Agradecimentos

Neste projecto pessoal aqui apresentado tive sempre à disposição um conjunto alargado de pessoas que me apoiaram e me mostraram o melhor caminho para descobrir a motivação desejada. Foram tantas as pessoas que durante este percurso me ajudaram, que seria impossível enumerá-las todas. Quem eu não referir, peço as minhas mais sinceras desculpas, pois, apesar de saber o que fizeram por mim, não consegui referir o seu nome na altura da realização deste pequeno texto. Assim sendo, gostaria de deixar umas palavras de agradecimento às seguintes pessoas:

Ao Professor António Augusto Gonçalves agradeço pela disponibilidade de orientação demonstrada ao longo da realização deste trabalho, bem como à motivação que me transmitiu.

Ao Professor José Pina que, apesar de não ter qualquer “obrigação” para me ajudar na realização desta tese, se mostrou sempre disponível e esclareceu-me inúmeras questões. A sua constante disponibilidade e atenção, pois foi uma grande ajuda e um grande estímulo para a realização deste trabalho. Ao Professor, o meu muito obrigado!

Um especial agradecimento ao Eng.º José Carlos Moreno e a professora Verónica Pires que se mostrava sempre muito prestáveis, colocando-se ao dispor para me forneceu qualquer informação, sem que me fossem colocadas quaisquer contrapartidas. As informações transmitidas por eles foram essenciais para a evolução deste trabalho.

Ao meu pai e à minha mãe que sempre me deram apoio e a motivação necessária para que, nas fases mais complicadas, não houvesse qualquer tipo de perda de entusiasmo, de motivação. A eles, que foram o meu grande suporte para a realização deste curso, que culmina na realização desta monografia, agradeço e dedico este trabalho.

Aos meus irmãos que sempre me apoiaram e motivaram, mas, principalmente, sempre perceberam qual era o tempo de trabalhar e de brincar, não me incentivando a ir para a “festa” na altura em que era necessário desenvolver o trabalho. A eles, pelo constante encorajamento, agradeço por incentivarem a realização deste trabalho. Euclides Monteiro, Elsa Monteiro e Cláudia Monteiro, obrigado!

Aos restantes membros da família o meu muito obrigado pelas palavras de incentivo que sempre mostraram e pela disponibilidade que sempre facultaram

A todos os meus amigos, que sempre estiveram comigo nas horas de maior aperto e que sempre foram a chave para abrir a porta do sucesso, o meu muito obrigado!

Um especial agradecimento ao Egualdino Semedo, ao Adilson Morreira, ao Flávio Borges, ao Eurides Lopes, a Raiza Sena, ao Carlos Tavares e a Maurícia Miranda, que, para além do companheirismo que demonstraram, estiveram sempre disponíveis para ajudarem-me. As vossas amizades e ajudas foram um tónico que me permitiu terminar este projecto. Sem eles seria bastante difícil, por isso e por tudo mais, o meu muito obrigado, colegas!

Por fim, um agradecimento especial à Leila Diniz que foi a pessoa que sempre esteve ao meu lado, que mais vezes ouviu os meus lamentos e que soube sempre ter aquela palavra que me dava novo alento. A ela, pela atenção, carinho, incentivo, amizade, amor, enfim, por tudo que era necessário para se conseguir chegar a um objectivo, o meu "muito obrigado especial"!

Resumo

O presente trabalho consiste na elaboração do estado da arte dos sistemas prediais de água, esgotos e drenagem de águas pluviais. Neste sentido, procede-se também uma rede de combate a incêndio, tendo sempre por base a legislação vigente.

Para além da forma de como são executados os sistemas, nomeadamente o seu traçado e dimensionamento, importa igualmente conhecer os materiais e os elementos que o constituem. Neste sentido são analisados os vários tipos de tubagem existentes, bem como os dispositivos utilizados. Importa ainda referir que existem sistemas de abastecimento que necessitam de uma abordagem mais complexa, na medida em que as condições de pressão que os caracterizam não satisfazem as necessidades da rede.

A sustentabilidade é um tema bastante contemporâneo, que tem vindo a ser discutido nos mais variados quadrantes. Neste sentido acha-se importante fazer uma referência à sustentabilidade relacionada com os sistemas de abastecimento de água, esgotos e drenagem de águas pluviais. Neste trabalho são abordadas, para além das técnicas e dispositivos que permitem um uso mais controlado de água, as políticas de consciencialização que podem ser equacionadas.

A compreensão das componentes teóricas abordadas é completada com um caso prático em que vai ser elaborado detalhadamente um projecto hidros-sanitário de um edifício com três pisos em que vai localizar-se em Palmarejo-Praia.

Palavras-chave: instalações prediais, redes de água, esgotos e drenagem pluviais, redes de combate a incêndio, traçado, dimensionamento e sustentabilidade.

Abstract

The present work consists in the development of state-of-the-art of pipework systems for water, sewage and drainage of rainwater. In this sense, it is also a network firefighting, having always based on existing legislation.

In addition to the how to run the systems, in particular their route and sizing, it is important also to know the materials and the elements which make it up. In this sense are analyzed the various types of existing piping, as well as the devices used. It should also be noted that there are supply systems that require a more complex approach, to the extent that the conditions of pressure that characterize do not meet the needs of the network.

Sustainability is a very contemporary, that has to be discussed in more varied backgrounds. In this sense it is important to make a reference to sustainability related to systems of water supply, sewerage and drainage of rainwater. In this work are addressed, in addition to the techniques and devices that allow a use more controlled water, policies of awareness that can be explored.

The understanding of theoretical components addressed is supplemented with a practical case in which will be elaborated in detail a project hydro-health of a building with 3 floors that will locate in Palmarejo-Praia.

Keywords: building installations, water networks, sewage and rainwater drainage networks, fire-fighting, trace, scalability and sustainability.

Abreviaturas

Abreviaturas	**Designação**
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
C-PVC	Policloreto de Vinilo Clorado
NBR5626	Norma Brasileira 5626
PVC	Policloreto de vinilo
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PEX	Polietileno Reticulado
PE	Polietileno
PP	Polipropeno
PP-R	Polipropileno Random
RSCI	Regulamento de Segurança Contra Incêndio
RGSPPDADA	Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais
NP	Norma Portuguesa

Índice

Índice de figuras

Índice de tabelas

Capítulo - I

1.1. Enquadramento Geral

A água foi, desde sempre, um “actor” essencial no estabelecimento de vida em geral e do Homem em particular. A importância deste líquido fez com que ao longo de milénios fosse verificada uma evolução nas técnicas de transporte para consumo humano. Apesar desta evolução, verificada ao longo dos anos de existência da raça humana, foi numa história mais recente, principalmente no séc. XX, que se verificaram os grandes progressos nos sistemas de fornecimento de água, devido à necessidade de responder ao aumento demográfico verificado em todo o globo e ao surgimento de novos materiais, como por exemplo, os polímeros.

Também ao nível do projecto se notou uma grande evolução, devido à descoberta de novas leis hidráulicas, que permitem optimizar as condições de abastecimento e escoamento.

Outro aspecto que tem sido levado em conta na sociedade prende-se com o conceito de qualidade. Esta exigência impulsionou igualmente a indústria das canalizações, através da publicação de normas e também da necessidade de encontrar materiais com as melhores características, que permitem aumentar a gama de escolhas dos projectistas. Este último ponto veio agitar o mercado, levando a uma busca constante pelo material com melhores características (qualidade, preço, entre outras) para as necessidades do projectista, o que traz grandes vantagens para o utilizador.

O conceito de segurança, que tantas vezes aparece ligado à ideia de qualidade, assume também uma grande importância na construção civil. Para além das exigências arquitectónicas e estruturais, é dada especial atenção à possibilidade de ocorrência de incêndios. A água assume um papel importantíssimo nesta temática, na medida em que é um dos melhores agentes extintores. Neste sentido, os sistemas de combate a incêndio são essenciais em qualquer projecto de construção civil.

Para além dos aspectos referidos nos parágrafos anteriores tem-se vindo igualmente a observar uma melhoria nas técnicas de instalação das tubagens. Têm surgido novas técnicas de execução dos projectos, como também de reabilitação de redes de abastecimento e escoamento já existentes. A diminuição e a capacidade de resolução das patologias associadas a este tipo de redes são também pontos evolutivos que se têm verificado neste tipo de sistemas.

Paralelamente às melhorias de eficácia, de qualidade, de segurança, entre outras que de responsabilidade civil. Neste sentido é importante, na execução deste tipo de projectos, ter em atenção as políticas de sustentabilidade que permitem, entre outras coisas, uma melhoria financeira, mas principalmente uma protecção ambiental. É importante, para além de se elaborarem projectos sustentáveis, mentalizar a população para esta temática, optimizando o consumo de água, por forma a acautelar a escassez de água que poderá surgir no futuro. É com base nestes pressupostos que têm vindo a ser criadas políticas de sustentabilidade, assentes no lançamento de novas regras técnicas e também de projectos que visam mentalizar os consumidores para esta problemática.

1.2. Objectivos

O principal objectivo desse estudo é proporcionar aos Engenheiros, Engenheiros técnicos, Arquitectos e recém Licenciados a aquisição ou a renovação de conceitos fundamentais para a execução de projectos de redes prediais de abastecimento e de drenagem de água.

Para além disso, alertar os projectistas para a necessidade de incluir no projecto medidas que visem a melhoria ao nível de qualidade e conforto da instalação.

1.3. Metodologias

Pretende-se discutir as metodologias de cálculo e dimensionamento com base em regulamentação e normalização aplicável, a qual se restringe ao actual regulamento português em vigor (Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais) e através de bibliografias escritos por outros autores. A discussão de metodologias de cálculo e dimensionamento propostas por vários autores, não sendo de aplicação obrigatória, tem como objectivo fornecer aos projectistas um número significativo de referências e ferramentas que os possibilitem a resolução optimizada e fundamentada de qualquer problema ou dificuldade que possa vir a surgir no decurso do projecto.

1.4. Organização do documento

Esse trabalho está estruturado em seis capítulos distintos, mas ambos apontando pelo único objectivo, sendo que o segundo aborda o Sistema predial de distribuição de água (água quente e fria),o terceiro rede de combate a incêndio e seus afluentes, o quarto de Sistema predial de drenagem de águas residuais domésticas, o quinto sistema predial de drenagem de águas residuais pluviais. Nesse capítulo terão dados da intensidade média e máxima de precipitação, coeficientes de escoamento e caudais de cálculo e o sexto capítulo é o estudo

prático, em que vai ser um edifício de três andares em que vai ser feito o seu projecto hidros-sanitário. Nesse projecto vai ser feito tanto o traçado como dimensionamento de redes de água, esgotos e drenagem de águas pluviais residuais.

Capítulo II - Sistema predial de distribuição de água

2.1. Água fria

2.1.1. Considerações gerais

Segundo CARVALHO Júnior (2007), uma instalação predial de água fria (temperatura ambiente) constitui se no conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento de aparelhos e pontos de utilização de água da edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento.

O desenvolvimento do projecto das instalações prediais de água fria deve ser conduzido concomitantemente com os projectos de arquitectura, estruturas, fundações e outros pertinentes ao edifício, de modo que se consiga a mais perfeita compatibilização entre todos os requisitos técnicos e económicos envolvidos.

De acordo com o RGSPPDADA, as instalações prediais de água fria devem ser projectados de modo que, durante a vida útil do edifício que as contém, atendam aos seguintes requisitos:

- ✓ Preservar a potabilidade da água;
- ✓ Garantir o fornecimento da água de forma continua em quantidade adequada e com pressão e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização de demais componentes;
- ✓ Promover a economia da água e energia;
- ✓ Possibilitar manutenção fácil e económica;
- ✓ Evitar níveis de ruido inadequados á ocupação do ambiente;
- ✓ Proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórios e atendendo as demais exigências do usuário.

2.1.2. Entrada e fornecimento de água fria

Para o mesmo autor acima referido, uma instalação predial de água fria pode ser alimentada de duas formas, pela rede pública de abastecimento ou por um sistema privado, quando a primeira não estiver disponível.

Quando a instalação foi alimentada pela rede pública, a entrada da água no prédio será feita por meio do ramal predial, executado pela concessionária pública responsável pelo abastecimento, que interliga a rede pública de distribuição de água a instalação predial.

Antes de solicitar o fornecimento de água, porém, o projectista deve fazer uma consulta prévia à concessionária, visando obter informações sobre as características da oferta da água no local de execução da obra. É importante obter informações a respeito de eventuais limitações de vazão, do regime de variação de pressões, das características da água, da constância de abastecimento, e outros que julgar relevantes.

Quando for prevista utilização de água proveniente de poços, o órgão público responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos deverá ser consultado previamente.

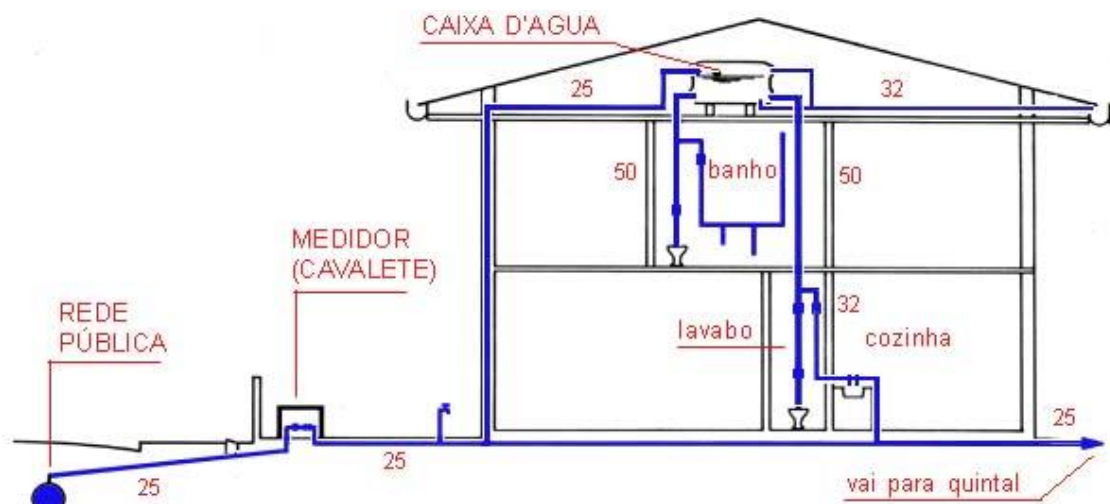



Figura 1: Entrada e fornecimento de água fria
Fonte: luzes.org

2.1.3. Sistema de abastecimento de água

Para os autores (ASSIS PAIXÃO; CREDER; CARVALHO Júnior, 1999,2006,2007), existe três tipos de sistemas de abastecimento da rede predial de distribuição: directo, indirecto e misto.

2.1.3.1. Sistema de distribuição directa

A alimentação da rede predial de distribuição é feita directamente da rede pública de abastecimento. Nesse caso, não existe reservatório domiciliar, e a distribuição é feita de forma ascendente, ou seja, as peças de utilização de água é abastecida directamente da rede pública.

Esse sistema tem baixo custo de instalação, porém, se houver qualquer problema que ocasione a interrupção no fornecimento de água no sistema público, certamente faltará água na edificação.

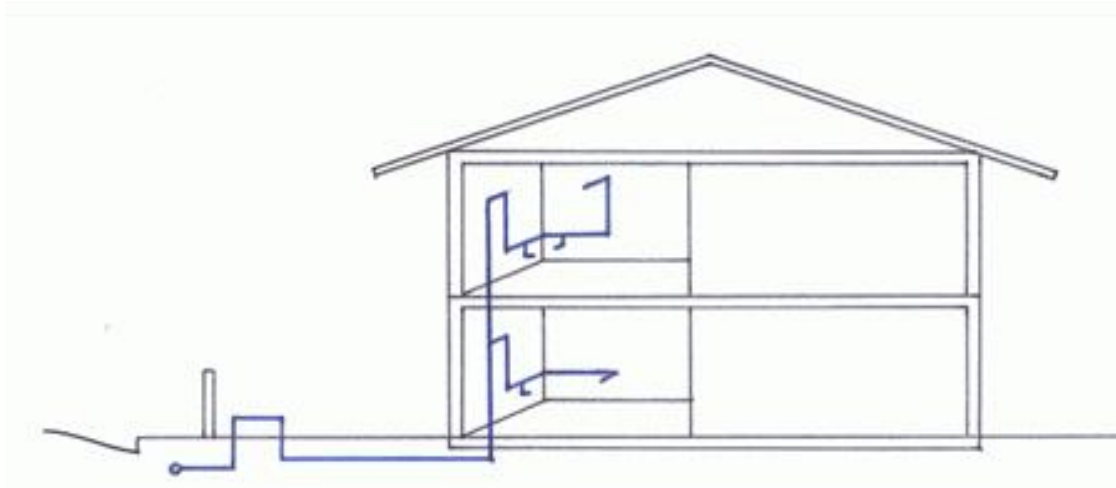



Figura 2 Figura: Sistema de distribuição directa
Fonte: GHISI, Março de 2004

2.1.3.2. Sistema de distribuição indirecta

Nos sistemas indirectos, adoptam-se reservatórios para minimizar os problemas referentes à intermitência ou as irregularidades no abastecimento de água e as variações de pressões da rede pública. No sistema indirecto consideram-se três situações descritas a seguir:

2.1.3.2.1. Sistema indirecto sem bombeamento

Esse sistema é adoptado quando a pressão na rede pública é suficiente para alimentar o reservatório superior. O reservatório interno da edificação ou do conjunto de edificações alimenta os diversos pontos de consumo por gravidade. Portanto, ele deve estar sempre a uma altura superior a qualquer ponto de consumo.

Obviamente, a grande vantagem desse sistema é que a água do reservatório garante o abastecimento interno, mesmo que o fornecimento da rede pública seja provisoriamente interrompido, o que torna o sistema mais utilizado em edificações de até três pavimentos (nove metros de altura total até o reservatório).

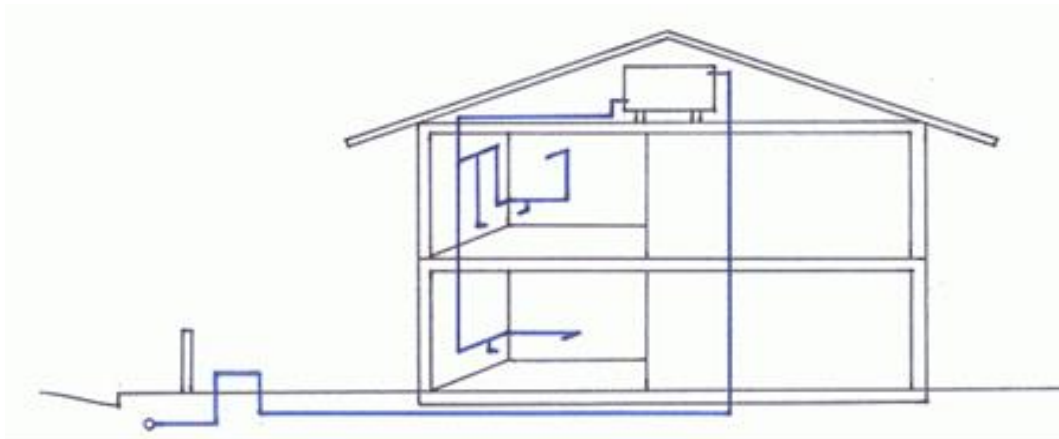



Figura 3: Sistema de distribuição indirecta sem bombeamento
Fonte: GHISI, Março de 2004

2.1.3.2.2. Sistema indirecto com bombeamento

Esse sistema, normalmente, é utilizado quando a pressão da rede publica não é suficiente para alimentar directamente o reservatório superior – como por exemplo, em edificações com mais de três pavimentos (acima de nove metros de altura).

Nesse caso adopta-se um reservatório inferior, de onde a água é bombeada até o reservatório elevado, por meio de um sistema de recalque. A alimentação da rede de distribuição predial é feita por gravidade, a partir do reservatório superior.

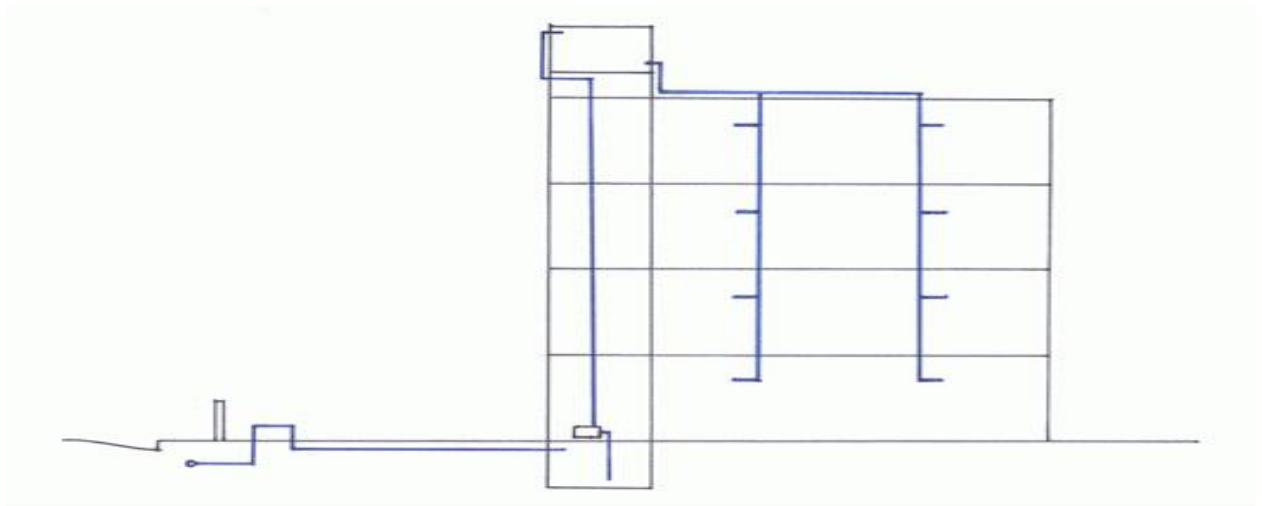



Figura 4: Sistema de distribuição indirecta com bombeamento.
Fonte: GHISI (Março de 2004)

2.1.3.2.3. Sistema indirecto hidropneumático

Esse sistema de abastecimento requer um equipamento para pressurização da água a partir de um reservatório inferior. Ele é adoptado sempre que há necessidade de pressão em

determinado ponto da rede, que não pode ser obtida pelo sistema indirecto por gravidade, ou quando, por razões técnicas e económicas, se deixa de construir reservatório elevado.

É um sistema que demanda alguns cuidados especiais. Além de custo adicional, exige manutenção periódica. Além disso, caso falte energia eléctrica na edificação, ele fica inoperante, necessitando de gerador alternativo para funcionar.

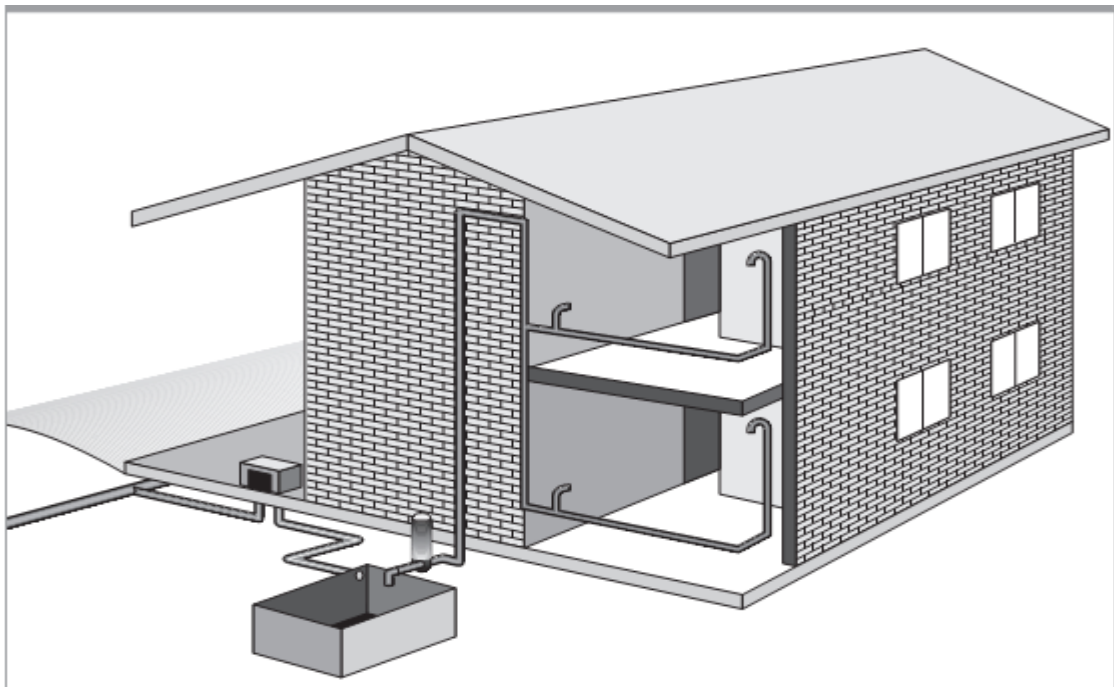



Figura 5: Sistema indirecto hidropneumático.
Fonte: CARVALHO Júnior (2007).

2.1.3.1. Sistema de distribuição mista

No sistema de distribuição mista, parte da alimentação da rede de distribuição predial é feita directamente pela rede pública de abastecimento e parte pelo reservatório superior.

Esse sistema é o mais usual e o mais vantajoso que os demais, pois algumas peças podem ser alimentadas directamente pela rede publica, como torneiras externas, tanques em áreas de serviço ou edícula, situado no pavimento térreo. Nesse caso, como a pressão na rede pública quase sempre é maior do que é obtida a partir do reservatório superior, os pontos de utilização de água terão maior pressão.

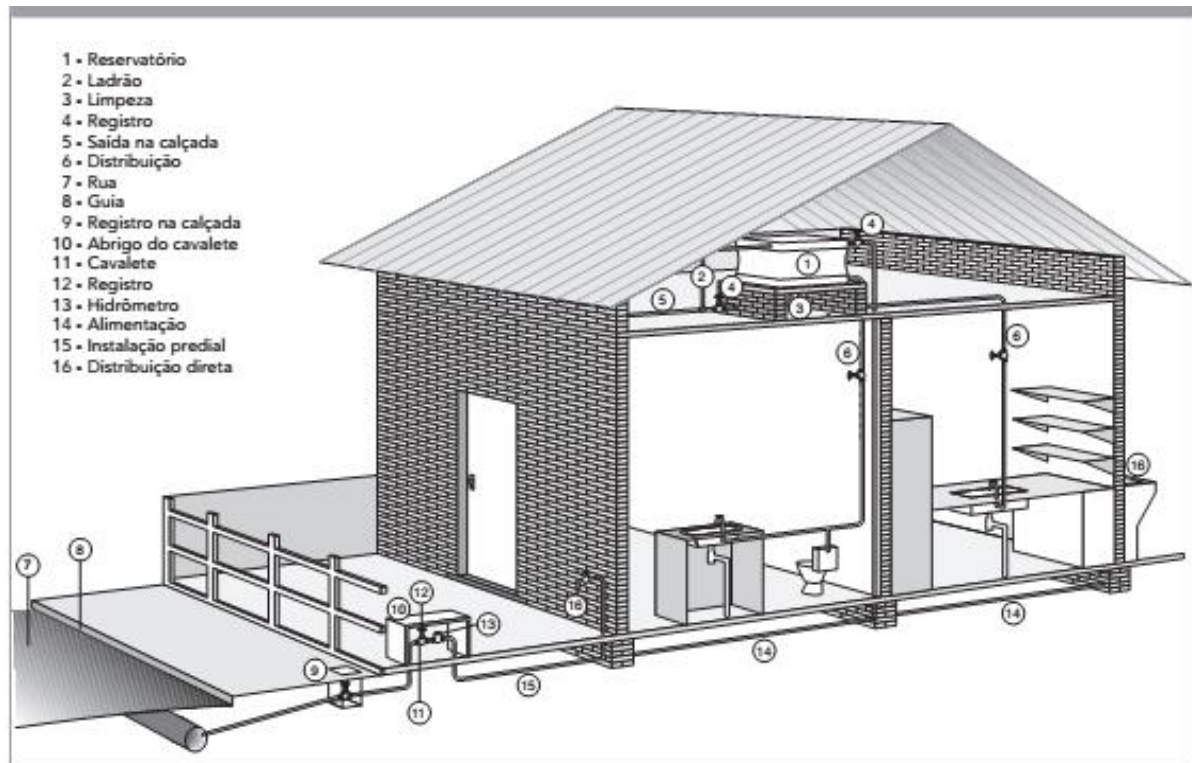



Figura 6: sistema de distribuição mista.
Fonte: CARVALHO Júnior (2007).

2.1.4. Constituição das redes de distribuição de água

Uma instalação predial de água fria constitui-se basicamente das seguintes partes: ramal predial, hidrómetro, alimentador predial, reservatório inferior, sistema de recalque, reservatório superior, barrilete, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais de distribuição.

Dependendo do tipo de edificação, algumas partes das instalações poderão ser suprimidas. Em residências domiciliárias, por exemplo não há necessidade de instalar reservatório inferior e sistema de recalque. O alimentador predial abastece directamente o reservatório superior, pois a pressão na rede publica é suficiente para elevar a água, sem necessidade de bombeamento. (CARVALHO Júnior; CREDER, 2007, 2006).

2.1.5. Materiais utilizados

Segundo ASSIS PAIXÃO (1999), os materiais utilizados nas redes prediais são:

a) **Água fria** – tubos de aço maciço, de ferro galvanizado, PVC rígido (policloreto de vinilo) e PEAD (polietileno de alta densidade). Os tubos de cimento- amianto estão com um uso cada vez mais restrito.

b) **Água quente** – tubos de ferro galvanizado, PEAD (polietileno de alta densidade) e cobre. Toda a tubagem deverá ser isolada por meio de fita betuminosa, coquilhas de cortiça ou manta de lã de rocha, sendo interditos o amianto e a lã de vidro.
c) **Água contra incêndio** – usualmente apenas utiliza o tubo de aço macio.

Uma escolha adequado dos materiais, dispositivos e peças de utilização é condição básica para o bom funcionamento das instalações pois, mesmo existindo um bom projecto, na etapa de construção poderá ocorrer uma série de erros que podem comprometer a qualidade da construção.
O conhecimento de alguns aspectos tecnológicos das instalações prediais, visando a sua adequação aos sistemas construtivos, é de fundamental importância para o projectista.

Para o autor acima referido, existem vários componentes empregados nos sistemas prediais de água fria: tubos e conexões, válvulas, registros, hidrómetros, bombas, reservatórios, etc. Os materiais comummente utilizados nas tubagens são: cloreto de polivinila (PVC rígido), aço galvanizado e cobre.

2.1.6. Acessórios ou dispositivos controladores de fluxo

Segundo (RGSPPDADA; CARVALHO Júnior; ASSIS PAIXÃO, 1999, 2007), são dispositivos destinados a controlar, interromper e estabelecer o fornecimento de água nas tubulações e nos aparelhos sanitários. Normalmente, são confeccionadas em bronze, ferro fundido, latão e PVC, satisfazendo as especificações das normas.

Os mais importantes dispositivos controladores de fluxo utilizados nas instalações hidráulicas são:

Torneiras e fluxómetros.

As torneiras e fluxómetros são dispositivos de utilização colocados à saída de ramais de alimentação com a finalidade de regular o fornecimento de água.

Válvulas

As válvulas são órgãos instalados nas redes com a finalidade de:

a) Impedir ou estabelecer a passagem de água em qualquer dos sentidos – válvula de seccionamento;

b) Impedir a passagem de água num dos sentidos – válvula de retenção;

c) Manter a pressão abaixo de determinado valor por efeito de descarga – válvula dessegurança;

d) Manter a pressão abaixo de determinado valor com a introdução de uma perda de carga – válvula redutora de pressão;
e) Permitir a regulação do caudal – válvula de regulação.

É obrigatória a instalação de válvulas:

1. De seccionamento à entrada dos ramais de introdução individuais, dos ramais de distribuição das instalações sanitárias e das cozinhas e a montante de autoclismos, de fluxómetros, de equipamento de lavagem de roupa e de louça, do equipamento de produção de água quente, de purgadores de água e ainda imediatamente a montante e a jusante de contadores;
2. De retenção a montante de aparelhos produtores-acumuladores de água quente e no início de qualquer rede não destinada a fins alimentares e sanitários;
3. De segurança na alimentação de aparelhos produtores-acumuladores de água quente;
4. Redutoras de pressão nos ramais de introdução sempre que a pressão seja superior a 600 KPa e/ou as necessidades específicas que o equipamento exigem.

2.1.7. Traçado e instalação de rede

2.1.7.1. Traçado

Segundo o RGSPPDADA, Artigo 95º:

- O traçado das canalizações prediais de água deve ser constituído por troços rectos, horizontais e verticais, ligados entre si por acessórios apropriados, devendo os primeiros possuir ligeira inclinação para favorecer a circulação do ar e considerando-se recomendável 0,5 % como valor orientativo;
- A exigência de alguns acessórios pode ser dispensável caso se utilizem canalizações flexíveis;
- As canalizações de água quente devem ser colocadas, sempre que possível, paralelamente às de água fria e nunca abaixo destas;
- A distância mínima entre canalizações de água fria e de água quente é de 0,05 m.

2.1.7.2. Instalação

Do mesmo regulamento Artigo 96º, as canalizações interiores da rede predial de água fria e quente podem ser instaladas à vista, em galerias, caleiras, tectos falsos, embainhadas ou embutidas.

1. As canalizações não embutidas são fixadas por braçadeiras, espaçadas em conformidade com as características do material;
2. Na instalação de juntas e no tipo de braçadeiras a utilizar deverão ser consideradas a dilatação e a contracção da tubagem.
3. As canalizações exteriores da rede predial de água fria podem ser enterradas em valas, colocadas em paredes ou instaladas em caleiras, devendo ser sempre protegidas de acções mecânicas e isoladas termicamente quando necessário;
4. As canalizações não devem ficar:

a. Sob elementos de fundação;
b. Embutidas em elementos estruturais;
c. Embutidas em pavimentos, excepto quando flexíveis e embainhadas;
d. Em locais de difícil acesso;
e. Em espaços pertencentes a chaminés e a sistemas de ventilação.

2.1.8 Dimensionamento das canalizações

De acordo com ASSIS PAIXÃO (1999), definidos os traçados, estimam-se os caudais de alimentação instantâneo, de acordo com o mínimo de utilizações sendo os valores unitários mais usuais, os que contam na tabela abaixo.

Este é o primeiro passo para a determinação dos diâmetros da instalação e da respectiva perda de carga.

Dispositivo	**Caudal Mínimo (l/s)**
Banheira	0.25
Bebedouro de água refrigerada	0.10
Bidé	0.10
Chuveiro individual	0.15
Lava-louça	0.15
Lavatório colectivo por bica	0.05
Lavatório individual	0.10
Maquinas diversas e aparelhos não especificados………caudais a indicar pelos fabricantes	
Maquina de lavar louça ou roupa	0.20
Mictório com fluxómetro	0.50
Mictório com torneira individual	0.15
Pia de despejo com torneira de Φ15 mm	0.15
Retrete com autoclismo	0.10
Retrete com fluxómetro	0.50
Torneira de serviço (boca de limpeza) Φ 20 mm	0.45
Torneia de serviço (boca de rega ou de lavagem) Φ15 mm	0.30

Tabela 1: Caudais mínimos nos dispositivos de água fria e de água quente
Fonte: ASSIS PAIXÃO (1999)

2.1.9. Coeficientes de simultaneidade

Os caudais determinam-se pelo ($\sum$) dos caudais das utilizações (q) afectados de coeficiente de simultaneidade adequados.

O coeficiente de simultaneidade (ks) obtém-se a partir dos números de utilizações (n) aplicando a expressão:

$$ks = \frac{1}{\sqrt{(n-1)}} \qquad \text{Equação 1}$$

Para ASSIS PAIXAO, “as normas internacionais recomenda a não utilização de valores ks abaixo de 0,20, valor que se alcança quando o número de utilizações chega 26”.

$Qc = \sum q.ks$ Equação 2

Caso existirem instalações sanitárias equipadas com fluxómetros, os seus caudais serão afectados dos coeficientes de simultaneidade constantes na tabela a seguir.

Junta-se, depois, os caudais obtidos aos caudais de utilização.

Números de fluxómetros instalados	**Funcionamento simultâneo**
1 e 2	1
3 a 5	2
11 a 20	3
21 a 50	4
Acima de 50	5

Tabela 2: Simultaneidade de fluxómetros instalados.
Fonte: ASSIS PAIXÃO (1999).

Para o mesmo autor, uma forma expedita, que dá resultados muito aproximados, consiste na utilização de ábacos de pontos alinhados para escoamento sobre pressão baseado nas fórmulas de Fair-Whipple-Hispão.

Após a determinação do caudal de cálculo, arbitra-se uma velocidade entre 0,5 m/s e 2.0 m/s.

Unindo com uma régua os valores de caudal de cálculo e a velocidade arbitrada nas escalas respectivas, a recta traçada vai determinar, nas outras escalas. O diâmetro do tubo e a perda de carga unitária. A perda da carga total obtém-se somando todos o troços da tubagem, acrescido de 20% para compensar as perdas de cargas nos diversos acidentes de percurso (tês, curvas, etc.), e adicionando, ainda, o desnível da rede entre a entrada do ramal e o ponto a considerar. Recorde-se que 10 metros de altura – 10 metros de coluna de água (10 m.c.a) – são equivalentes a 98 KPa (sem grande margem de erro, tornando-se para valor do projecto 100 KPa) e a 1kg/cm^2 e ainda acrescenta que, os cálculos devem ser efetuados de modo que, havendo disponivel uma pressão de cerca de 300 KPa no ramal de ligação à rede, seja garantida uma pressão mínima de 50 KPa na utilização mais desfavorável.

Este método de dimensionamento tambem é válido para canalizaçoes de água quente.

2.1.10. Pressões mínimas e máximas

CARVALHO Júnior (2007), nas instalações prediais, consideram-se dois tipos de pressão: a estática (pressões nos tubos com água parada) e a dinâmica (pressão com água em movimento).

Elas são medidas em kgf/cm^2, (quilograma força por centímetro quadrado), entretanto existem outras formas de expressar medidas de pressão; mas mais usual nas instalações prediais de água fria é o m.c.a (metro coluna d´agua). Com relação a equivalência entre ambas, 1 kgf/cm^2 é a pressão exercida por uma coluna d’água de 10 metro de altura.

O sistema Internacional de Medidas, segundo o qual unidade de pressão é o Pascal (Pa), mas usam-se na maioria das vezes o BAR.

De acordo com a NBR5626 (ABNT), em qualquer ponto da rede predial de distribuição, a pressão da água em condições dinâmicas (com escoamento) não deve ser inferior a 5 KPa (0,5 m.c.a). Esse valor visa impedir que o ponto crítico da rede de distribuição, geralmente o ponto de encontro entre o barrilete e a coluna, possa obter pressão negativa.

Para outro lado, uma pressão hidráulica excessiva na peça de utilização tende a aumentar desnecessariamente o consumo de água. Portanto, em condições dinâmicas, os valores de pressão nessas peças, devem ser controlados, para resultarem próximos aos mínimos necessários.

Para que as peças de utilização tenham um funcionamento perfeito, a pressão da água nos pontos de utilização (pressão dinâmica) não deve ser inferior a 10 KPa (1 m.c.a), com excesso do ponto da caixa de descarga, onde a pressão pode ser menor, até um mínimo de 5KPa (0.5 m.c.a). O fabricante deve definir os valores de limites de pressão dinâmica para as peças de utilização de sua produção, respeitando sempre as normas especificadas.

Em condições estáticas (sem escoamento), a pressão da água em qualquer ponto de utilização da rede predial não deve ser maior que 400 KPa (40 m.c.a). Uma pressão acima desse valor ocasionará ruído, golpe de aríete e manutenção constante nas instalações. Dessa maneira, devem-se tomar alguns cuidados com edifícios com mais de treze pavimentos convencionais (pé-direito de 3*13=39).

Segundo o RGSPPDADA nos ramais de alimentação de fluxómetros para bacias de retrete, devem ter-se em atenção as pressões mínimas de serviço, cujos valores correspondem os seguintes diâmetros mínimos:

Pressão (Kpa)	Diâmetros (mm)
200	25
80	32
20	40

Tabela 3: Pressão mínima de serviço.
Fonte: RGSPPDADA.

2.1.11. Dispositivos controlador de pressão

As peças de utilizações são projectadas de modo a funcionar com pressões estatísticas ou dinâmicas (máximas e mínimas) pré-estabelecidas pelos fabricantes dos tubos, dispositivos e aparelhos sanitários. Portanto, uma das maiores preocupações nas redes hidráulicas é a pressão de serviço nos pontos de utilização.

Actualmente existem no mercado dispositivos que elevam ou reduzem a pressão da água nas canalizações. Quando falta pressão na rede, o pressurizador é um recurso eficiente, quando a pressão é elevada (acima de 40 m.c.a), utilizam se válvulas reguladoras de pressão.

Pressurizador

Um dos problemas mais comuns em todo tipo de edificação é a falta de pressão de água do reservatório. Para resolvê-lo, geralmente são utilizados pressurizadores para aumentar e manter a pressão nas redes. Além dos custos reduzidos, esses dispositivos praticamente não exigem manutenção. São encontrados em diversos modelos no mercado e podem ser utilizados: em residências, apartamentos, hotéis, motéis, hospitais, restaurantes, escritórios para alimentação de lavatórios, chuveiros, duchas, máquinas de lavar, etc.

O pressurizador deverá estar localizado o mais distante possível de locais onde é necessário silêncio (dormitórios, escritórios, salas de reunião). Para que não haja ruído devido a vibrações, deverá ser evitada a instalação directamente sobre lajes, principalmente as de grandes dimensões e pequena espessura – quando for colocado sobre lajes, deverá haver base provida de amortecedores.

Válvulas redutoras de pressão

Nos edifícios mais altos, o reservatório de água instalado sobre a cobertura, geralmente sobre a caixa de escada, gera diferentes pressões.

Quanto maior a diferença de cota do ramal em relação ao reservatório, maior a pressão. Isto implica dizer que, nos pavimentos mais baixos, maior será a pressão da água nos pontos de consumo.

Quando a pressão na rede predial for alta demais, particularmente nos edifícios com mais de treze pavimentos (considerando-se um pé-direito de 3 m), com pressão estática acima do 40 m.c.a, utilizam-se válvulas automáticas redutoras de pressão, as quais substituem os reservatórios intermediários, que reduzem a pressão da rede hidráulica a valores especificados em projecto. A válvula redutora de pressão (VRP) pode ser instalada a meia altura do prédio ou no subsolo.

2.1.12. Perdas de cargas nas canalizações

CARVALHO Júnior (2007), quando um fluído escoa, existe um movimento relativo entre suas partículas, resultando daí atrito entre elas. Essa energia é dissipada sob a forma de calor. Assim, a perda de carga numa canalização pode ser entendida como sendo a diferença entre a energia inicial e a energia final de um líquido, quando ele flui em uma canalização de um ponto ao outro.

Dois factores são determinantes para que ocorra uma maior ou menor perda de carga: a viscosidade e a turbulência. Quanto mais rugoso for o material do tubo, maior será o atrito interno, assim como maiores os choques das partículas entre si. As perdas de cargas poderão ser: distribuídas (ocasionadas pelo movimento da água na tubulação) ou localizadas (ocasionadas por conexões, válvulas, registros, etc.).

Portanto, maior comprimento de tubos, maior números de conexões, tubos mais rugosos e menores diâmetros geram maiores atritos e choques e, consequentemente, maiores perdas de carga e menor pressão nas peças utilizadas.

Embora a norma não faça distinção sobre qual ou quais materiais devem compor as instalações com pressão estática acima de 40 m.c.a, devem-se adoptar tubos mais resistentes e tomar cuidados redobrados quanto às emendas e conexões.

Na falta das informações podem ser utilizadas as expressões de Fair-Whipple-Hsiao indicadas a seguir para o cálculo de perda de carga.

Para tubos rugosos (tubos de aço carbono, galvanizado ou não):

$$J = 20{,}2 * 10^{6} * Q^{1{,}88} * d^{-4.88}$$

Para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre):

$$J = 8{,}69 * 10^{6} * Q^{1{,}75} * d^{-4.75}$$

Onde:

J= Perda de carga unitária, em quilopascals por metro;

Q= Vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

d= Diâmetro interno do tubo, em milímetros.

2.2. Água quente

2.2.1. Considerações Gerais

Segundo ASSIS PAIXÃO (1999), a rede de água quente é uma necessidade quase indispensável. Os sistemas de produção e de distribuição são muito diversificados, podendo utilizar desde um esquentador ou termoacumulador unifamiliares até uma central de aquecimento comum a todos os condomínios de um edifício.

Na decisão da escolha influi o número e o tipo de utilizações, mas em todos os sistemas se devem garantir as temperaturas mínimas de utilização necessárias (40ºC a 50ºC nas casas de banho e 55ºC a 60ºC nas cozinhas) recorrendo, eventualmente, em grandes instalações, a bombas circulatórios para que as utilizações tenham sempre água quente de imediato.

2.2.2 Sistema de aquecimento

O abastecimento de uma edificação pode ser efectuado de três formas distintas: aquecimento individual (local), aquecimento central privado e aquecimento central. O projectista deve estudar a viabilidade do emprego de cada uma dessas alternativas, para determinar a melhor solução. (CAVALHO Júnior, 2007).

2.2.2.1.Sistema de aquecimento individual

Segundo CARVALHO Júnior (2007), o aquecimento é individual quando alimenta uma única peça de utilização, como, por exemplo, um chuveiro ou uma torneira eléctrica.

Também pode ser local, quando pequenos aquecedores eléctricos ou á gás alimentam um único compartimento sanitário.

2.2.2.2 Sistema de aquecimento central privado

O sistema é central privado quando somente atende uma unidade habitacional, ou seja, alimenta vários pontos de consumo localizados em cozinhas, banheiros, áreas de serviço. Um exemplo desse tipo de sistema é o aquecedor de acumulação. (CREDER, 2006).

2.2.2.3. Sistema de aquecimento central colectivo

O sistema é central colectivo quando um único conjunto de aquecimento alimenta várias unidades de um edifício, ou seja, várias peças de utilização de várias unidades habitacionais ou de comércio e serviços. Exemplos: edifício residencial, hotel, motel, hospital, etc.

2.2.3. Tipos de aquecedores ou formas de produção de água quente

Existem vários tipos de aquecedores, sendo os mais comuns nas instalações prediais os de aquecimento directo ou indirecto, de passagem ou acumulação. A fonte de calor empregada pode ser electricidade, gás ou energia solar,). (ASSIS PAIXÃO. et al., 1999) .

2.2.3.1. Produção de água quente utilizando a energia eléctrica

Segundo ASSIS PAIXÃO (1999), os aparelhos mais usuais, denominados termoacumuladores eléctricos, são do tipo acumulação e consistem, essencialmente de um cilindro de cobre (depósito) e uma blindagem metálica exterior sendo o volume entre ambos preenchido com material isolante, normalmente granulado de cortiça e lã de vidro.

Os termoacumuladores eléctricos elevam a temperatura da água até um máximo de 75ºC, mas em canalizações de ferro galvanizado recomenda-se que a temperatura da água não ultrapasse os 55ºC

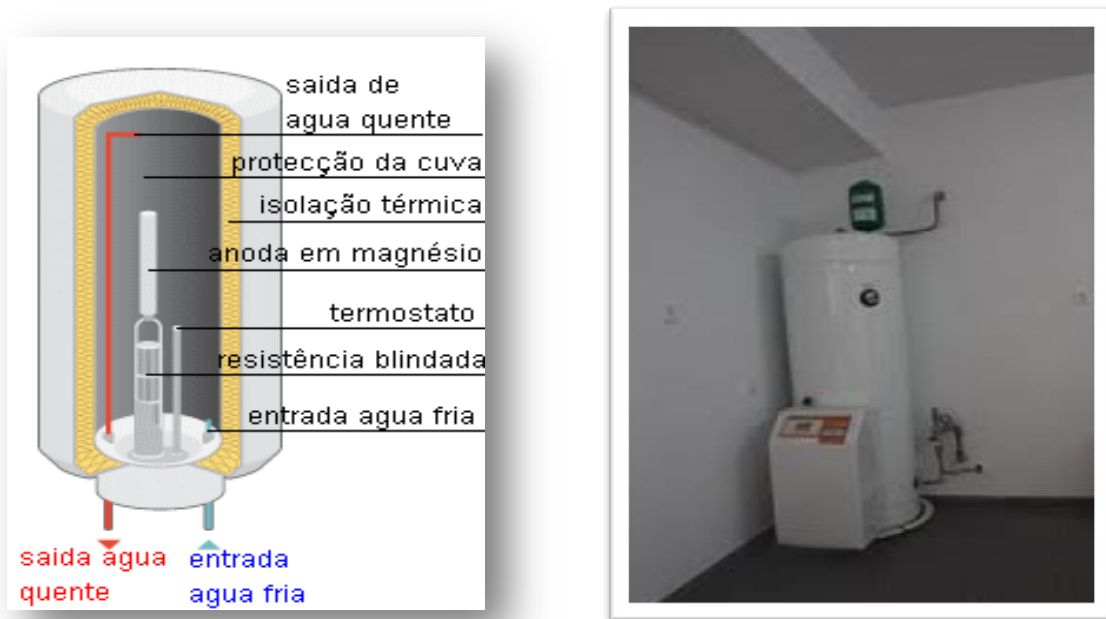



Figura 7: Termoacumulador eléctrico.
Fonte: clasf.pt

Os aparelhos são equipados com resistências fixas, lâmpada avisadora de funcionamento e termostato de serviço regulável para o comando automático da temperatura.

São comercializados os seguintes tipos de termoacumuladores:

a) **De baixa pressão** – para instalações com funcionamento local onde a pressão de funcionamento do aparelho não seja superior a 196 KPa (2 kg/cm^2), sendo indispensável montar um tubo de respiro até uma altura ligeiramente superior ao depósito.

b) **De alta pressão** - para ligação directa à rede de água de pressão máxima efectiva de 588 kPa (6 kg/cm^2). Se esta pressão for superior é necessário instalar válvulas redutoras de pressão a montante do aparelho.

Ao aquecer-se a água no termoacumulador, aquela aumenta de volume e podem gerar-se pressões perigosas, se não se facilitar a sua expansão, agravando-se a situação caso se forme vapor com a elevação da temperatura. A expansão da água pode efectuar-se por três formas:

a) Possibilidade de passar para a rede de água fria (por refluxo) não devendo, portanto, existir nenhuma válvula de retenção.

b) Saída por válvulas de purga montadas nas tubagens.

c) Por válvulas de segurança que se mantêm fechadas pela acção de um contrapeso. Quando a pressão interior exceder um determinado valor, previamente fixado, aquela vence a acção do contrapeso e, água sai do circuito, por um tubo ligado a válvula.

"Os termoacumuladores podem ser fixados à parede com o eixo vertical, sendo os de maiores dimensões – tipo industrial- montados verticalmente e apoiados num soco sobre o pavimento".

Os modelos mais usuais são os que constam na tabela quatro.

Capacidade litros	**Potência eléctrica (Watt)**		
	Aquec. Lento	**Aquec. Normal**	**Aquec. Rápido**
20	200	500	800
30	300	800	1000
50	500	1000	1500
80	800	1500	2500
100	1000	1750	3000
150	1500	2500	4500
200	2000	3000	6000
300	3000	4500	9000
Ligado a um circuito eléctrico trifásico (220v/280v)			

Tabela 4: Capacidades e potências eléctricas mais usuais
Fonte: ASSIS PAIXÃO (1999)

"Os termoacumuladores eléctricos de aquecimento lento demoram cerca de oito horas para aquecerem toda água contida no depósito, desde a temperatura ambiente; os de aquecimento rápido fazem-no em cerca de duas horas e meia."

2.2.3.2. Produção de água quente utilizando o gás combustível

Segundo CARVALHO Júnior (2007), ao escolher um modelo de aquecedor a gás, deve-se certificar que ele está de acordo com as normas ABNT. Além da NBR7198 (Projecto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente), deve se consultar a NBR13103 (Adequações de Ambientes Residenciais para Instalação de Aparelhos que Utilizam Gás Combustíveis). Devem se considerar também as orientações de cada fabricante, pois existem no mercado diversos tipos de aquecedores.

Os aquecedores a gás devem ser alimentados pelo reservatório superior de água fria ou por dispositivo de pressurização. Apresentam duas grandes vantagens em relação aos aquecedores

eléctricos: melhor pressão de água que os similares eléctricos e água quente para o uso imediato. Como desvantagem, apresenta o risco de vazamento, se não foram seguidas determinadas especificações.

Os modelos de passagem são de instalação mais simples (desde que os pontos de espera estejam correctamente posicionado) que os de acumulação.

No modelo de passagem, basta abrir a torneira para que o aquecedor possa ligar automaticamente e a água correr aquecida. A vantagem do sistema de passagem é a economia e o conforto na hora do banho (há maior fluxo de água quente). Alem disso, os aquecedores de parede oferecem maior facilidade de instalação em espaço reduzido.

Ainda para o mesmo autor referido acima, nas instalações residenciais, é recomendável a utilização de dois aquecedores independentes: um para o banheiro e outro para a cozinha. Tal facto justifica-se por um possível descontrole de consumo de água quente. Antes de instalá-los, deve-se verificar se os pontos existentes na parede correspondem mesmo aos pontos de água fria, de água quente e de gás do aparelho. A instalação deve ser feita conforme orientações do manual de instruções do fabricante. Na hora de instalação, também deve-se tomar cuidado para que a profundidade do embutimento do dispositivo na parede não atrapalhe a posterior colocação do acabamento.

Uma outra opção de aquecedor a gás é o modelo de acumulação, que armazena a água aquecida. É de fácil instalação e atende vários pontos de consumo simultaneamente.

As desvantagens dos aquecedores de acumulação é o tamanho – são bem maiores que o modelo de passagem. Por isso, a opção pelo aquecedor de acumulação a gás justifica-se somente quando consomem grandes volumes de água quente ao mesmo tempo (mais de quatro pontos de utilização).

De acordo com a NBR7198 no dimensionamento de aquecedores de acumulação, devem ser criteriosamente observadas as características do sistema de aquecimento escolhido, levando em consideração, principalmente, a frequência de utilização, o volume do armazenamento e a capacidade de recuperação. Para a instalação de qualquer modelo de aquecedor a gás deve-se solicitar a presença de um profissional habilitado. É importante prever ventilação permanente no local onde será instalado aquecedor, bem como providenciar a adequação das instalações, para evitar riscos.

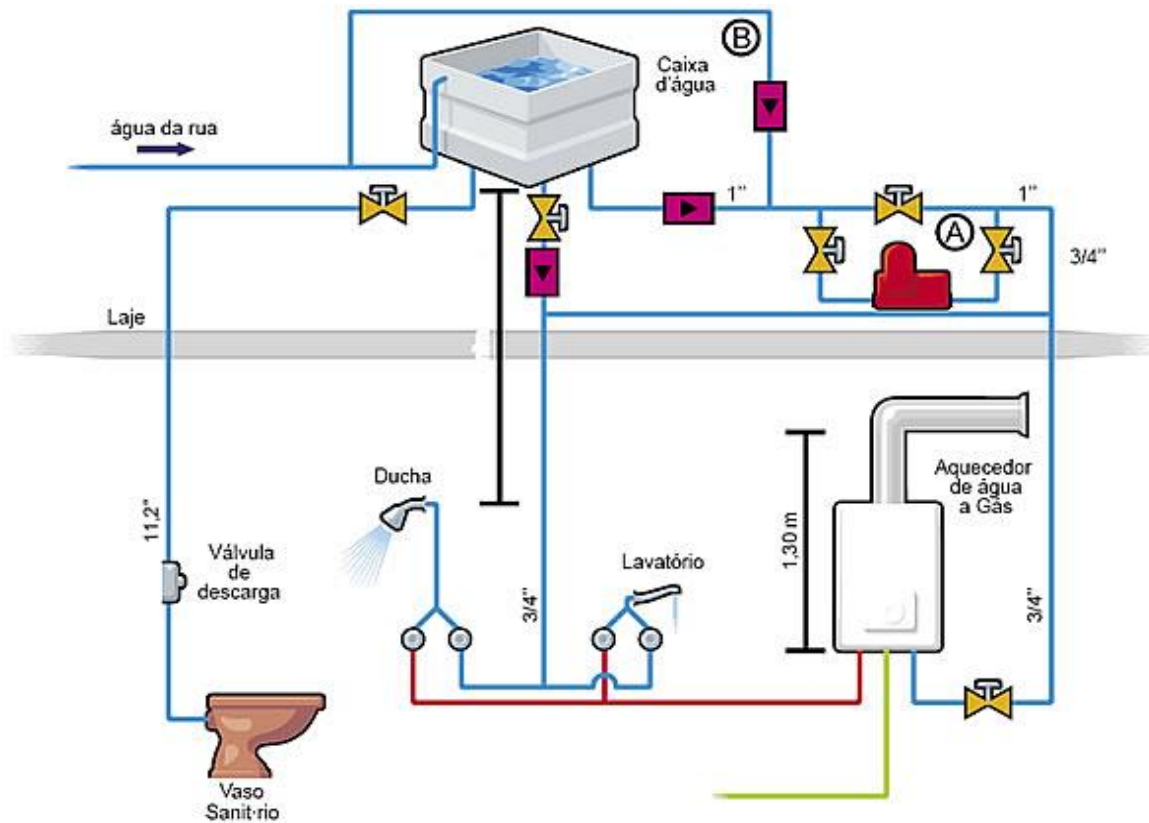



Figura 8: Sistema de aquecimento de água a gás
Fonte: www.construindo.org

2.2.3.3. Produção de água quente utilizando a energia solar

Para ASSIS PAIXÃO (1999), a produção de água quente pelos denominados painéis ou colectores solares já se realiza há décadas em diversos países.

O investimento inicial é de certa forma elevado, é rapidamente compensado pois o fornecimento energético – a luz do Sol – é gratuito.

O tempo de insolação local condiciona a energia solar aproveitável, havendo a necessidade de optimizar a captação da energia solar, transferindo o calor para a água e armazenando-a para posterior utilização.

Fundamentalmente para o rendimento de um painel solar é a sua orientação que deve ser instalado virado para o sul.

Para obter o melhor rendimento possível da radiação solar, ao longo do ano, os painéis solares são inclinados, relativamente ao plano horizontal, de um ângulo compreendido entre 40º e 50º para o nascer do sol.

Para uma situação de vários dias sem insolação ou com insolação insuficiente recorre-se a um aquecedor auxiliar utilizando uma energia convencional.

Devido a escassez da energia, há tendência cada vez maior para o aumento de tarifas de energia eléctrica, a energia solar vem sendo adoptada em grande escala no seguimento de aquecedores de água

Com o desenvolvimento tecnológico dos equipamentos e das técnicas de instalação, os custos de um sistema de aquecimento solar diminuíram significativamente, fazendo com que o custo-benefício acabe compensando, pois é um sistema que combina segurança, ecologia e economia.

O sistema apresenta algumas vantagens e desvantagens, quando comparado a outros tipos de energias. As principais vantagens são: economia de energia (reduz, em media, 35% da conta de luz); fácil manutenção (praticamente inexistente); fonte de energia inesgotável; não produz poluição ambiental. A desvantagem do sistema é o comprometimento de sua eficiência em dias nublados ou chuvosos, sendo necessária a utilização de um sistema misto (energia solar e eléctrica).

Actualmente a energia solar também vem sendo utilizada para aquecimento das piscinas, em substituição aos aquecedores convencionais eléctricos e gás. Nesse caso, são instalados placas colectoras em quantidades suficientes para o volume de água a ser aquecido.

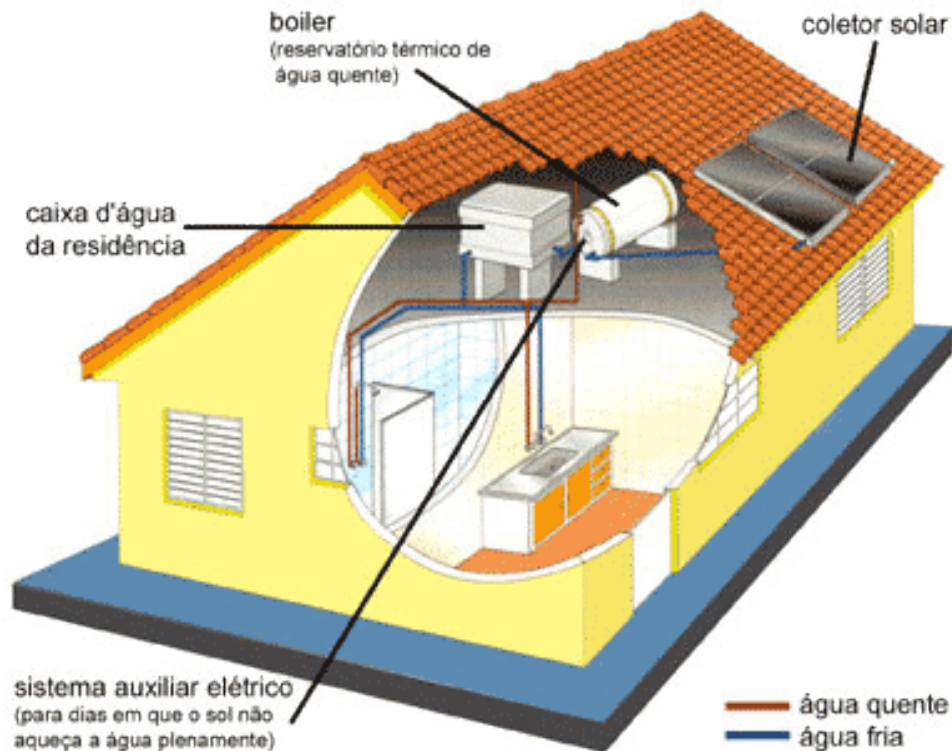



Figura 9: Sistema de aquecimento solar de água
Fonte: soletrol.com.br

2.2.3.3.1. Componentes do sistema solar

ASSIS PAIXÃO (1999), basicamente, uma instalação de aquecimento de água por energia solar consta de:

a) **Aquecedor, colector solar ou painel solar** – caixa plana com uma das faces exteriores em vidros – que absorve os raios solares. No interior da caixa está montado um tubo, normalmente em cobre, encurvado em forma de serpentina, por onde circula a água ao aquecedor.

A superfície S (m^2) do painel deverá ser:

$$S = \frac{W}{\eta Q} \qquad \text{Equação 3}$$

Em que:

W (kcal) – energia que se pretende obter num determinado período de tempo;

ŋ - Rendimento do painel;

Q – (kcal/m^2) – energia solar no período considerado.

Por norma, 1 m^2 de painel corresponde cerca de 50 a 70 litros diários de água aquecida.

b) **Reservatório** – depósito de acumulação de água aquecida no qual, de acordo com alguns projectistas, se devem introduzir resistências eléctricas com a finalidade de melhorar as condições de temperatura da água em longos períodos sem insolação ou para um súbito aumento de necessidade de água quente. Este sistema designa-se por instalação mista.

c) Tubos e acessórios – que estabelecem o circuito entre o painel e o reservatório.

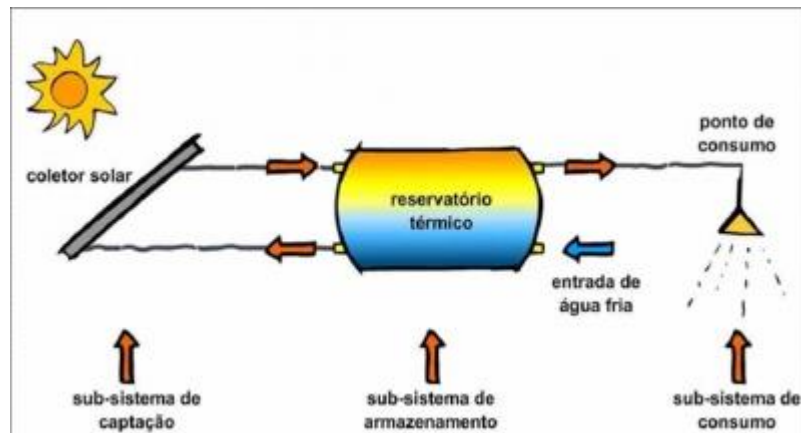



Figura 10: Princípio de aquecimento por painéis solar
Fonte:www.dasolabrava.org.br

d) Bomba de circulação – bomba que se utiliza quando a circulação por convecção for insuficiente para atingir a temperatura desejada.

Em instalações de pequena importância o aquecedor auxiliar pode ser suprimido desde que uma eventual falha no fornecimento de água quente não levante grandes problemas.

Com sistemas mais complexos, a água quente obtida com a energia solar pode, também, ser utilizada na climatização de ambientes instalando irradiadores para aquecimento do ar e utilizando, no verão, arrefecedores tipos absorção,

Como conclusão, salienta-se ainda que uma habitação não pode depender exclusivamente da energia solar. Contudo, a sensível economia de energias tradicionais e de custos, leva a ponderar devidamente esta opção.

2.2.4. Redes de distribuição

Na óptica de CARVALHO Júnior (2007), a distribuição de água quente é feita por meios de encanamentos completamente independentes do sistema de distribuição de água fria. O traçado da rede interna de distribuição, porém, obedece aos mesmos critérios da rede de água fria.

As tubulações devem ser projectadas e executadas tendo em vista as particularidades do tipo do material escolhido e especificado pelo projectista. Dependendo das peculiaridades da instalação, deve-se considerar a necessidade de seu isolamento térmico.

O ponto de água quente deve localizar-se, por convenção, à esquerda do ponto de água fria, visto de frente pelo observador.

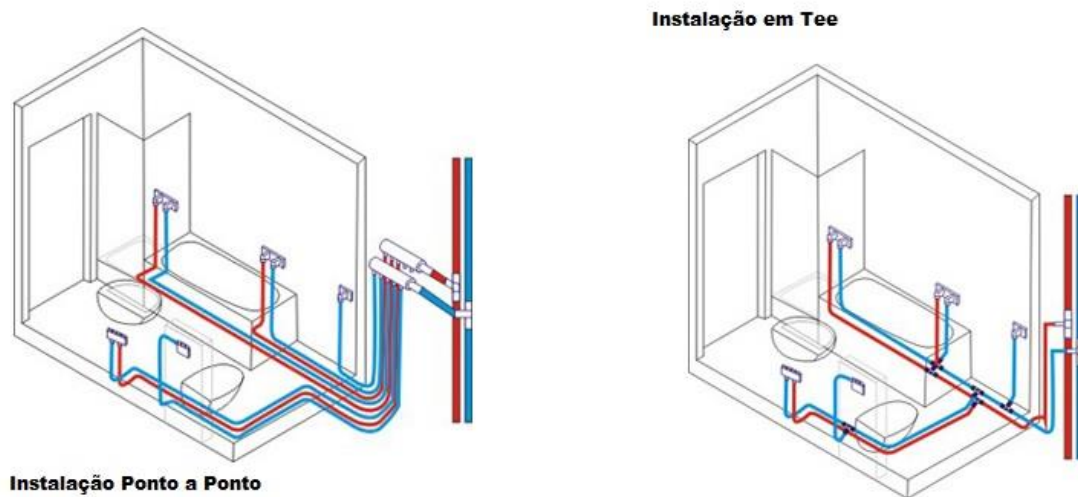



Figura 11: Distinção de encanamento de água fria e quente
Fonte: www.dasolabrava.org.br

2.2.5. Materiais utilizados

Nas instalações prediais de água quente, são utilizados tubos e conexões de cobre, PVC (Policleto de vinila clorado), PEX (ver item "sistema PEX – Tubos flexíveis de polietileno reticulado") e polipropileno. Os tubos de cobre e de PVC são os mais utilizados nas instalações prediais de água quente.

Os tubos de cobre devem ser revestidos com isolamento térmico, para diminuir o efeito da troca de calor com o meio ambiente, mantendo, por maior tempo, a temperatura da água aquecida. Esse isolamento deverá estar protegido da humidade e da radiação solar.

O C-PVC, que é um material com todas as propriedades inexistentes em PVC, somando-se a resistência à condução de líquidos sob pressões a altas temperaturas, apresenta uma vantagem em relação ao cobre, que é a dispensa do isolamento térmico, uma vez que o próprio material do tubo é um isolante, enquanto o cobre é condutor de calor. Por essa razão, a água quente

chega mais rápido ao ponto considerado, em função de pequena perda de calor ao longo da tubulação.

2.2.6. Diâmetros das canalizações

Para o dimensionamento das tubulações de água quente, adoptam-se os mesmos princípios empregados para água fria. Quando o material utilizado é cobre, os diâmetros mais comuns, em uma instalação residencial de pequeno e médio porte, são: 25mm (1") e 20 mm ($3/4$ ") para os ramais e sub-ramais, respectivamente; 32 mm ($1\,1/4$ ") para a canalização de barrilete.

Também é importante destacar que, ao contrário das instalações de água fria, em que o super-dimensionamento das tubulações não interfere tanto no funcionamento do sistema, no caso das instalações de água quente, o super-dimensionamento causa problemas, pois as canalizações poderão funcionar como "reservatórios", ocasionando uma demora na chegada da água quente até os pontos de consumo (torneiras, chuveiros, etc.) e, assim, seu resfriamento.

Capítulo III- Segurança contra incêndio

3.1. Considerações gerais

Segundo ASSIS PAIXÃO (1999), uma instalação de combate a incêndios, também designada por "redes de incêndio armado" (RIA), é sempre projectada com a secreta esperança de que nunca venha a ser utilizada.

Contudo, a sua finalidade é a protecção e a salvaguarda de vidas humanas e dos seus bens, o seu projecto deve rodear-se de todos os cuidados, não menosprezando qualquer pormenor que possa contribuir para a sua eficiência ao deflagrar um fogo.

Ao contrário de outras instalações que, inadequados ou mal projectadas provocam prejuízos de vária ordem, mas que podem ser rectificadas no decorrer da sua utilização, as instalações com combate a incêndios mal concebidas podem ter consequências trágicas e irreversíveis.

A anteceder uma R.I.A. deve haver sempre um trabalho de "prevenção contra fogos" – designado por resistência passiva ao fogo – que se inicia no projecto arquitectónico e na aplicação de materiais incombustíveis, utilização de portas corta-fogo (com o intuito de evitar a propagação de fogos a outras zonas), a previsão de saída de emergência e diversos dispositivos de segurança e de detecção de fogos.

3.2. Noções básicas sobre o fogo

Segundo RSCI, na natureza sucedem-se inúmeras reacções químicas denominadas combustões ou oxidações.

Em todas as combustões existe o denominado "triângulo de fogo" que é formado por uma combinação entre uma substância (combustível), o oxigénio ou o ar (comburente), havendo uma sensível libertação do calor – reacção exotérmica – numa grande maioria delas. Para fechar o "triângulo de fogo", isto é, para que se efectuem estas reacções, é necessário fornecer uma determinada "energia de activação" que, no caso específico do fogo, é o "calor".

As oxidações são classificadas de acordo com a sua rapidez de evolução.

Assim:

- A oxidação é "muito lenta" e não se formam chamas (por ex.: oxidação de ferro);
- A oxidação é rápida" e resulta "Fogo";

- A oxidação é "muito rápida" e toma o nome de "Deflagração";
- A oxidação é "quase instantânea" e a reacção designa-se por "Explosão" ou "Detonação". De notar que as reacções podem ser "aceleradas" ou "retardadas" com a adição, respectivamente, de "catalisadores" ou "inibidores".

3.2.1. Temperaturas

A temperatura de um material combustível vai aumentando com o acréscimo de calor fornecido ao material combustível. (ASSIS PAIXÃO, 1999).

- **Temperatura de inflamação** – temperatura mínima a qual uma substância pode soltar vapores combustíveis suficientes para formar com o ar, uma mistura que se incendeie em contacto com a fonte de calor exterior. A este nível de temperatura a chama extingue-se instantaneamente logo que se retire a fonte de calor;
- **Temperatura de combustão** - temperatura mínima a qual uma substância pode soltar vapores combustíveis suficientes para formar com o ar, uma mistura que arda mesmo após a retirada da fonte de calor exterior;
- **Temperatura de auto-ignição** - temperatura mínima a qual uma substância pode soltar vapores combustíveis suficientes para formar com o ar, uma mistura que entre em combustão espontânea.

Atingidas estas duas últimas temperaturas, a reacção desenvolve-se em cadeia resultando daí a "continuidade da combustão".

Esta reacção em cadeia é um novo elemento na química do fogo que vai transformar o anteriormente citado "triângulo do fogo" em "tetraedro de fogo".

Como se compreende, estes níveis de temperatura são variáveis de substância para substância.

3.2.2. Propagação do calor

De acordo com RSCI, o calor propaga-se, simultaneamente, por meios dos seguintes processos:

- **Radiação:** transmissão do calor por processo idêntico ao calor solar;
- **Condução:** forma de propagação que se verifica nos materiais combustíveis em que o calor transmite-se dos pontos mais quentes aos pontos de temperatura mais baixa, tendendo-se para uma uniformização da temperatura no combustível;

- **Convecção:** efectua-se pelas correntes ascendentes provocadas pelos gases quentes produzidos pelo combustível e representam parte importante da energia colorífica libertada. No caso dos edifícios, quando o fogo adquire uma certa importância, o calor propaga-se pelas comunicações verticais (caixas de escada e de elevador e condutas técnicas onde se colocam as várias instalações) podendo originar a transmissão do fogo à distância.

3.3. Características da edificação e área de risco

Na óptica de CREDER et al. (2006), os edifícios podem ser divididos em grupos de riscos de acordo com, especialmente, três características: tipos de ocupação (actividade ou uso da edificação), altura e áreas livrem não-compartimentadas. As exigências do sistema de segurança são feitas em função da classificação de cada edifício.

Para CARVALHO Júnior (2007), a ocupação depende do tipo de serviço a que se destina o empreendimento (habitações residenciais, edificações comerciais, industrias, etc.).

A altura e a limitação de área estão intrinsecamente ligadas ao combate ao fogo. Quanto maior a altura, mais difícil a saída das pessoas e o acesso das equipas de combate; portanto, maiores são as exigências quanto aos sistemas de segurança. A compartimentação dificulta, ou até mesmo evita, a propagação do incêndio, tanto horizontal como verticalmente.

Depois de determinar a classificação quanto à ocupação, à altura e à carga de incêndio, as exigências das normas devem ser verificadas.

3.4. Classificação dos incêndios

O RSCI (Regulamento de Segurança Contra Incêndio), define as classes dos fogos quanto à natureza do material em combustão, designando-as por letras.

Classe A – fogos resultantes da combustão de materiais sólidos, geralmente de natureza orgânica, a qual se dá normalmente com formação de brasas.
Ex.: madeira, papel, carvão, têxteis, etc.

Classe B – fogos que resultam da combustão de líquidos ou de sólidos liquidificáveis.
Ex.: óleos, vernizes, gasolina, massas, lubrificantes, etc.
Classe C – fogos resultantes da combustão de gases.
Ex.: acetileno, butano, gás natural, hidrogénio, propano, etc.

Classe D – fogos resultantes da combustão de metais.

Ex.: estes metais e suas ligas – que se designam por “piróforos” – são o sódio, o magnésio, o potássio, o titânio, o urânio, etc.

O Instituto de Seguros de Portugal ainda considera uma classe de fogos envolvendo riscos eléctricos (**Classe E**).

Ex.: geradores, motores, transformadores, etc.

3.5. Processos de extinção do fogo

Segundo RSCI, existem quatro formas de o fazer as quais se descrevem seguidamente:

- **Remoção do combustível:** ao remover total ou parcialmente o combustível, suprime-se a primeira condição fogo extingue-se;
- **Arrefecimento:** eliminando-se a energia de activação (calor) anula-se a segunda condição deixando o combustível de arder extinguindo-se o fogo. É um método em que normalmente utiliza-se a água;
- **Abafamento:** ao reduzir o volume do oxigénio (para menos de 15%) este não poderá constituir com o combustível uma mistura incendiável, pelo que o fogo cessa;
- **Rotura da reacção em cadeia:** a reacção em cadeia cessa quando se impede que os produtos de decomposição do combustível combinem-se com o oxigénio. Este método de extinção é posto em prática projectando sobre o fogo produtos químicos, pó químico, Halon, etc.

3.6. Medidas de segurança contra incêndio

É um conjunto de dispositivos ou sistemas a ser instalados nas edificações e áreas de riscos, necessários para evitar o surgimento de um incêndio, limitar sua propagação, possibilitar sua extinção e ainda propiciar a protecção à vida, ao meio ambiente e ao património.

Uma edificação segura apresenta baixa probabilidade de início de incêndio e alta possibilidade de fuga dos ocupantes/moradores, além de considerar as propriedades vizinhas quanto a possibilidade de risco e a rápida extinção do foco local.

De entre as medidas existentes, que visam a protecção contra incêndio dos edifícios, os tópicos mais directamente voltados à arquitectura podem ser agrupados em dois sistemas:

- ❖ Medidas activas de protecção, que abrange a detecção, o alarme, a iluminação de emergência, a extinção do fogo (automática e/ou manual) e os sistemas de sinalização;
- ❖ Medidas passivas, que abrangem o controlo dos materiais, meios de escape, compartimentação e protecção da estrutura.

3.7 Meios de combate a incêndios

3.7.1. Sistema de protecção por extintores

Um extintor é formado por substâncias de características variadas: espuma mecânica, gás carbónico (CO_2), pó químico seco, água pressurizada e compostos halogenados (halon). Eles podem ser portáteis ou sobre rodas – caretas -, com capacidades variadas. De acordo com a categoria do incêndio, selecciona-se o tipo de extintor a ser empregado. (CARVALHO Júnior, 2007).

Os extintores devem obrigatoriamente, obedecer as normas técnicas do Regulamente de Segurança contra incêndio. Todos eles deverão possuir selo ou marca de conformidade de órgão competente credenciado, bem como trazer no rótulo informações quanto à sua adequação aplicada. Deverá também constar a data em que foi realizada a manutenção e o número de identificação.

Os locais recomendados para a instalação dos extintores são os de fácil acesso, onde fiquem visíveis para todos os usuários e protegidos contra choques, devendo permanecer desobstruídos. Não devem ser localizados nas escadas e tampouco em locais com maior probabilidade do fogo bloquear o acesso. Esses locais devem ser caracterizados pela existência de uma sinalização adequada.

Para o mesmo autor, os extintores deverão ser distribuídos de modo a adequar-se à extinção dos tipos de incêndio dentro da sua área de protecção. Cada extintor deve proteger, no máximo, uma área de $500m^2$ para risco baixo; $250m^2$ para risco médio e $150m^2$ para risco alto. Devem ser distribuídos de tal forma que o operador não percorra, para atingi-lo, mais que 25m para risco baixo; 20m para risco médio e 15m para risco alto.

3.7.1.1. Instalação de extintores portáteis

Quando os extintores forem instalados em paredes ou divisórias, a altura de fixação do suporte deve variar, no máximo, entre 1,80m do piso acabado e de forma que sua parte inferior permaneça no mínimo 0.2m de altura.

É permitida a instalação de extintores sobre o piso acabado, desde que permaneçam apoiados em suportes apropriados, com altura recomendada entre 0,10 e 0.20m do piso.

Cada pavimento deve possuir no mínimo, dois extintores sendo uma para incêndio Classe A e outro para Classes B e C.

Deve ser instalado, pelo menos um extintor de incêndio a não mais de 5m da entrada principal da edificação e das escadas nos demais pavimentos.

3.7.1.2. Instalação de extintores sobre rodas

Segundo RSCI, não é permitida a protecção de edificações ou áreas de riscos unicamente por extintores sobre rodas, admitindo-se no máximo, a protecção da metade da área total correspondente ao risco, considerando o complemento por extintores portáteis de forma alternada.

O emprego de extintores sobre rodas só é computado como protecção efectiva, em locais que permitem o livre acesso.

As distâncias máximas a ser percorridas pelo operador de extintores, sobre rodas, devem ser acrescidas da metade dos valores estabelecidas para os extintores portáteis.

Os extintores sobre rodas devem ser localizadas em pontos estratégicos, e sua área de protecção deve ser restrita ao nível do piso em que se encontram. São obrigatórios nas edificações onde há manipulação e/ou armazenamento de explosivos, de líquidos inflamáveis ou combustíveis e em edificações com riscos altos.

3.7.2. Sistemas hidráulicos de combate a incêndios

Na perspectiva de CARVALHO Júnior (2007), nas instalações prediais para o auxílio ao combate a incêndios podem ser automáticas ou sob comando.

3.7.2.1. Extinção automática por água (Sprinklers)

É uma instalação constituída por uma rede de tubos de aço (designado por St.37.2) montados junto ao tecto dos locais que se pretende proteger e equipada com aspersores especiais denominados de “Splinklers” (ASSIS PAIXAO, 1999).

As redes são classificadas em 3 classes de riscos:

- Risco ligeiro (RL);
- Risco ordinário (RO);

- Risco grave (RG)

Neste critério classificativo, tem importância não o números de pessoas nos locais mais o fim a que estes se destinam.

Para qualquer das classes a forma de projectar é sempre a mesma, só virando a densidade dos “sprinklers” por área e o seu diâmetro. A área máxima a cobrir por um “sprinters” é de 16m^2, 12m^2 ou 9m^2 consoante a rede seja, respectivamente, de risco ligeiro, risco ordinário ou risco grave. (ASSIS PAIXAO, 1999).

Quanto às redes, em tubos de aço como se disse, todas as uniões, quer de tubos, quer de acessórios são roscadas até DN 100. Para diâmetros superiores a DN 100, as uniões são feitas por soldadura ou flangeadas.

Sprinklers

O *sprinkler* (chuveiro automático) é um sistema pressurizado de tubulações, acessórios, abastecimento de água, válvulas e dispositivos sensíveis á elevação de temperatura. O calor, proveniente de gases quentes, esquenta as ampolas, que estouram, liberando água para combate ao foco inicial. Após o uso, tem de ser reparado. O sprinkler é um dispositivo que actua por aumento de temperatura. O elemento sensível pode ser uma liga fusível ou uma ampola de vidro podendo dizer-se que se trata de um detector termostato.

Figura 12: Chuveiro automático
Fonte: www.portaldoprofessor.mec.gov.br

Segundo ASSIS PAIXAO (1999), os sprinklers são classificados:

a) Quanto à posição de montagem
    - Montante (*upright*)
    - Pendente (*pendent*)

- Parede (*Side Wall*)

b) Quanto ao calibre (diâmetro)
- 10mm (3/8”)
- 12mm (1/2”)
- 20mm (3/4”)

c) Quanto à temperatura de actuação (°C)
- 57º -cor laranja
- 68º -cor vermelha (usual em caves)
- 79º -cor amarela
- 93º -cor verde
- 141º -cor azul
- 182º -cor roxa

3.7.2.2. Sistema de protecção sob comando (mongatinho e hidrante)

CARVALHO JUNIOR (2007), o mongatinho conta com saída simples de água, dotada de válvulas de abertura rápida, mangueira semi-rígida, esguicha reguláveis e demais acessórios. Deve ser enrolado em “oito” ou em camadas nos carretéis e pode ser accionado por apenas uma pessoa. Seu abrigo deve ser chapa metálica e dispor de ventilação.

Os hidrantes poderão ser instaladas interna e/ou externamente à edificação, sendo que os internos deverão ser distribuídos de tal forma que qualquer ponto da área protegida possa ser alcançada, considerando-se no máximo, 30 m de mangueira.

Segundo o mesmo autor, a Instrução Técnica nº22/04 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo regulamenta os Sistemas de Hidrantes e de Mangotinhos para Combate ao Incêndio.

Os hidrantes e respectivas mangueiras devem ser instalados em abrigos que possuam portas desprovidas de fechadura e ser sinalizados de forma a ser localizados rapidamente, sem nenhuma obstrução. Devem ser localizados em pontos de fácil acesso, nas proximidades de portas externas, de escadas, de saídas, e permanecer visíveis a todos os usuários, não podendo, entretanto, ser instalados nas escadas.

Os abrigos podem ser construídos de materiais metálicos, de madeira, de fibra ou de vidro, desde que sinalizados com a palavra “hidrantes”, além da sinalização dos equipamentos de protecção contra incêndio.

No sistema de protecção por hidrantes, deverá haver um registo de recalque, instalado na calçada (passeio) ou na parede externa da edificação, de forma que fique facilitado o acesso e a identificação do dispositivo. Consiste esse registo de recalque num prolongamento da rede de incêndio da edificação, provido de registro igual ao utilizado nos hidrantes, de 63 mm de diâmetro, e uma introdução de igual medida, com tampão e engate rápido. Um hidrante simples de coluna, instalado na portaria ou na entrada da edificação, poderá substituir o registo de recalque.

3.8. Reserva de incêndio no Projecto

A água destinada ao combate ao incêndio será acumulada em reservatório elevado, preferencialmente, em reservatório subterrâneo, e sua localização deverá ser acessível ao Corpo de Bombeiros. Poderá ser usado o mesmo reservatório para o consumo normal e para combate a incêndios, desde que fique constantemente assegurada a reserva. Não é permitida a utilização de reserva de incêndio pelo emprego conjugado de reservatório subterrâneo elevado. (CARVALHO Júnior, 2007),

Se a opção escolhida for o reservatório superior, a reserva de incêndio calculada deverá será acrescida à destinada ao consumo, sendo que a capacidade armazenada deve ser suficiente para garantir o funcionamento simultâneo, por gravidade, dos dois hidrantes localizados em condições mais desfavoráveis.

Poderá também ser utilizada uma bomba de incêndio, que apresentam como vantagem a execução do reservatório superior em cota independente da altura necessária para o atendimento as pressões mínimas exigidas pelo Corpo de Bombeiros, principalmente no último pavimento, onde a pressão é pequena.

Quando se utiliza reservatório inferior para a acumulação da água destinada ao combate a incêndio, é necessário instalar um sistema de recalque independente do sistema de consumo, denominado “bombeamento de incêndio”. Portanto, deve ser armazenada em reservatório exclusivo.

Capítulo IV- Sistema predial de drenagem de águas residuais domésticas

4.1. Considerações gerais

Para os autores teóricos estudiosos (ASSIS PAIXÃO; CREDER; CARVALHO Júnior, 1999, 2006, 2007), as instalações prediais de esgotos sanitários destinam-se a colectar, conduzir e afastar da edificação todos os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários, dando-lhe um rumo apropriado, normalmente indicado pelo poder público competente.

Os destinos finais dos esgotos sanitários pode ser a rede pública colectora de esgotos ou um sistema particular de recebimento e pré-tratamento em regiões (locais) que não dispõem de sistema de colecta e transportes de esgotos.

As condições técnicas para o projecto de execução das instalações prediais de esgotos sanitários, em atendimento as exigências mínimas quanto à higiene, segurança, economia e conforto dos usuários são fixadas pelas normas vigentes. De acordo com as normas nesse caso RGSPPDADA, o sistema de esgoto sanitário deve ser projectado de modo a:

- Evitar a contaminação da água, de forma a garantir sua qualidade de consumo, tanto no interior dos sistemas de suprimento e de equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores;
- Permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, evitando a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações;
- Impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial do esgoto sanitário atinjam áreas de utilização;
- Impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema;
- Permitir que seus componentes sejam facilmente inspeccionável;
- Impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação;
- Permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por dispositivos que facilitam sua remoção para eventuais manutenções.

4.2. Lançamento de água nos sistemas de drenagem pública.

Segundo o RGSPPDADA, as águas de lavagem de garagens de recolha de veículos, de descargas de piscinas e de instalações de aquecimento e armazenamento de água podem ser lançadas na rede doméstica ou na rede pluvial, conforme as condições locais e a afinidade.

Nos sistemas de drenagem pública de águas residuais não é permitido o lançamento, directamente ou por meio de canalizações prediais, de:

- Matérias explosivas ou inflamáveis;
- Matérias radioactivas em concentrações consideradas inaceitáveis pelas entidades competentes;
- Efluente de laboratórios ou instalações hospitalares que, pela sua constituição, são considerados perigosos para a saúde pública ou para a conservação das tubagens;
- Entulhos, areias ou cinzas;
- Efluentes que excedam os 30ºC;
- Lamas extraídas de fossas sépticas, gorduras e óleos provenientes de câmaras retentoras, resultantes das normais operações de manutenção;
- Restos de comida e outros resíduos que possam obstruir ou danificar os colectores e os acessórios, e impedir o processo de tratamento dos esgotos;
- Efluentes provenientes de unidades industriais que possuam matérias interditas regulamentarmente.

4.3. Sistemas de drenagem de águas residuais domésticas

A drenagem das águas residuais domésticas pode ser efectuada por três processos diferentes conforme o nível da recolha das águas residuais domésticas em relação ao nível do arruamento onde está instalado colector público, sendo eles:

- Drenagem gravítica:
- Drenagem com elevação;
- Sistema misto.

Nos **sistemas de drenagem gravítica** a recolha das águas residuais domésticas é feita apenas pela acção da gravidade. Aplica-se a todas as águas que são recolhidas acima ou ao mesmo nível do arruamento onde se encontra instalado o colector público.

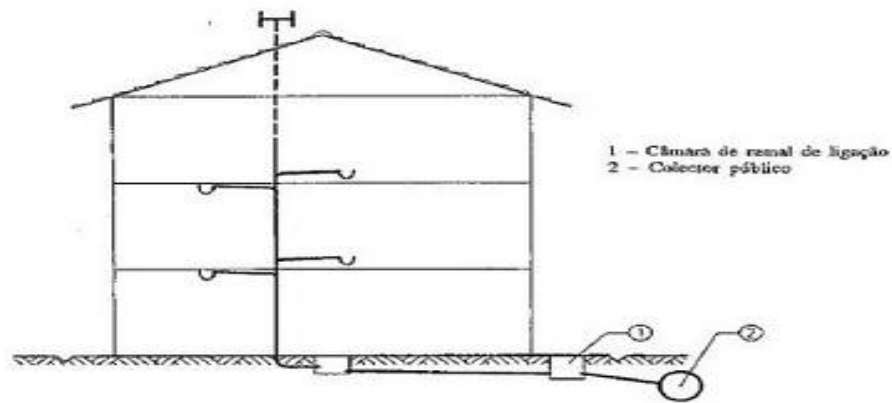



Figura 13: Drenagem gravítica
Fonte: FERREIRA (Junho de 2013)

Se a recolha das águas residuais domésticas processar-se a um nível inferior ao do arruamento, como é o caso de caves, mesmo que se localizem acima do nível do colector público, devem ser elevadas por meios mecânicos para um nível igual ou superior ao do arruamento. Esta condição é necessária devido ao possível funcionamento em carga do colector público e consequentemente o alagamento dos pisos localizados a nível inferior ao arruamento. Este processo designa-se por **drenagem com elevação.**

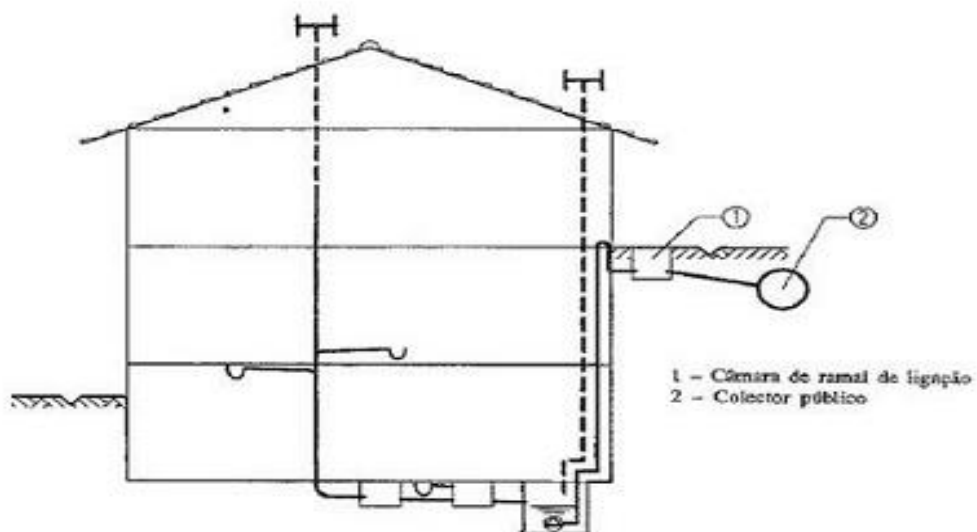



Figura 14: Drenagem com elevação
Fonte: FERREIRA (Junho de 2013)

Nos casos em que verifiquem, no mesmo edifício, a recolha de águas residuais em níveis superior e inferior ao do arruamento onde está instalado o colector público utiliza-se um **sistema misto.**

Este deverá seguir as indicações referidas anteriormente, para cada uma das situações.

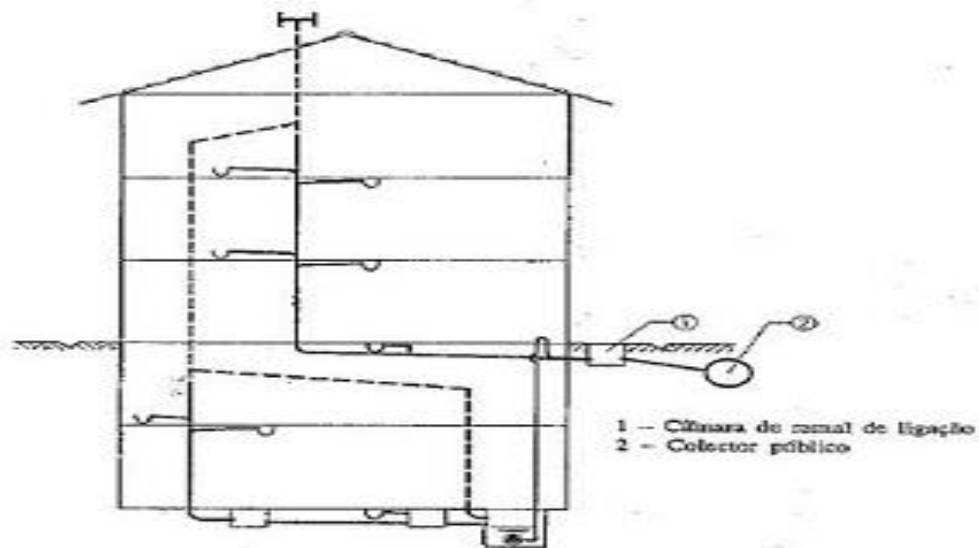



Figura 15: Sistema misto
Fonte: FERREIRA (Junho de 2013)

4.4. Constituição dos sistemas de drenagem

Os sistemas de drenagem de águas residuais domésticas são constituídos pelos seguintes elementos:

- ***Ramais de descarga***: canalização com a finalidade de transportar as águas residuais dos aparelhos sanitários para o tubo de queda ou colector predial;
- ***Ramais de ventilação:*** canalização de ventilação que liga um ramal de descarga à coluna de ventilação de modo a assegurar o fecho hídrico, quando necessário;
- ***Tubo de queda:*** canalização vertical destinada a receber as águas residuais dos diferentes ramais de descarga e o consequente transporte até ao colector predial.
- ***Colunas de ventilação:*** canalização vertical à qual ligam os ramais de ventilação destinada a completar a ventilação feita pelos tubos de queda;

- ***Colectores prediais:*** canalização destinada à recolha das águas residuais provenientes de tubos de queda, de ramais de descarga e de condutas elevatórias existentes, e à condução destas para o ramal de ligação ou para outro tubo de queda;
- ***Ramal de ligação:*** canalização compreendida entra a câmara de ramal de ligação e o colector de drenagem público;
- ***Acessórios:*** dispositivos que possibilitam as operações de manutenção e conservação e a retenção de matérias sólidas, de modo a garantir a habitabilidade dos espaços ocupados.

Na figura a seguir estão representados os diversos elementos do sistema de drenagem de águas residuais domésticos

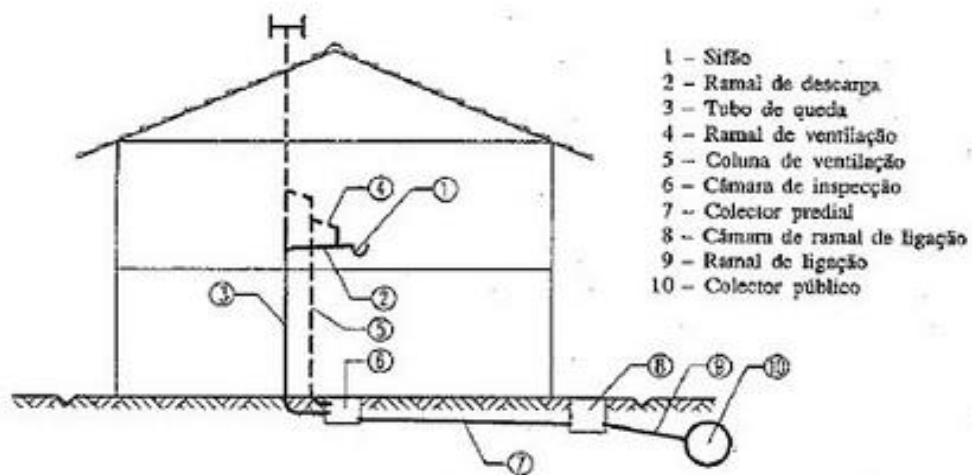



Figura 16: Constituintes de um sistema de drenagem de águas residuais domésticas.
Fonte: Fonte: FERREIRA (Junho de 2013).

4.5. Tipos de escoamento dos sistemas prediais de drenagem de águas residuais domésticas.

O tipo de escoamento nos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas varia consoante os trechos sejam horizontais ou verticais. Nos trechos horizontais, como é o caso de ramais de descarga e colectores, o escoamento é em canal. A figura abaixo ilustra o escoamento nos trechos horizontais.

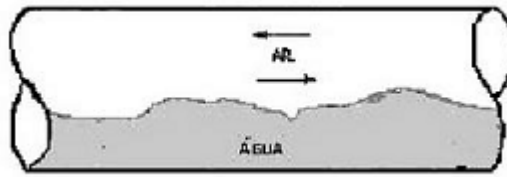



Figura 17: Trecho horizontal.
Fonte: FERREIRA (Junho de 2013).

O correto dimensionamento das redes de drenagem é fundamental para evitar situações de sobredimensionamento das tubagens em que o caudal é insuficiente, originando bloqueios, ou situações de sub-dimensionamento para o caudal em questão, onde não existe circulação de ar provocando a auto-sifonagem. Como se pode constatar pela figura abaixo, é importante ter em conta a relação ar/água dos tubos horizontais.

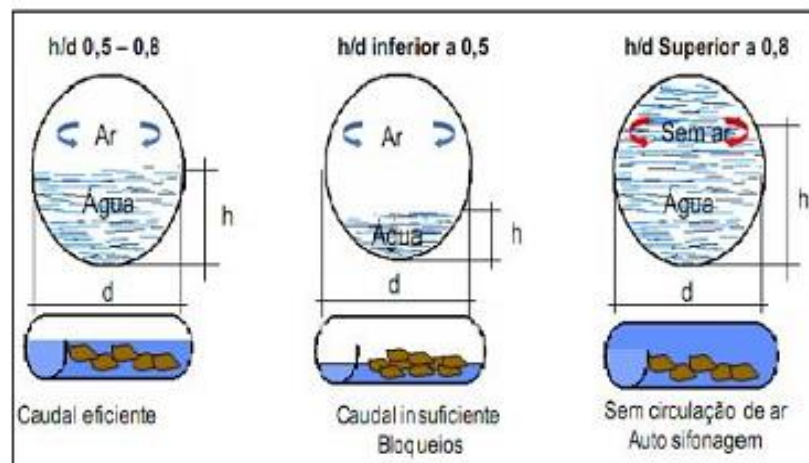



Figura 18: Relação ar/água dos tubos horizontais.
Fonte: FERREIRA (Junho de 2013).

Nos trechos verticais, como os tubos de queda, o escoamento é anelar, ou seja, a lâmina de água escoa junto às paredes do tubo em forma de anel, e no interior deste existe circulação de ar. A figura abaixo ilustra este tipo de escoamento.

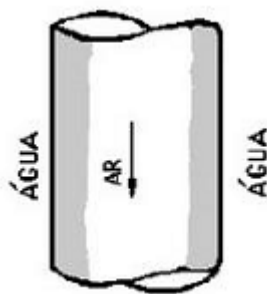



Figura 19: Trechos verticais.

Fonte: FERREIRA (Junho de 2013).

4.6. Regras de instalação e traçado das redes

Para um traçado adequado, tendo em conta as limitações impostas pelas restantes especialidades, é fundamental ter em conta as regras definidas no RGSPPDADA para os diferentes elementos constituintes do sistema. De seguida, são apresentadas as respectivas regras e recomendações para cada um dos componentes do sistema.

4.6.1. Ramais de descarga

O traçado dos ramais de descarga deve ser executado por troços rectilíneos unidos por curvas de concordância ou caixas de reunião, de modo a permitir a limpeza sem necessidade de desmontagem das peças sanitárias.

Em caso algum o troço vertical de um ramal de descarga pode exceder a altura de 2 m.

A ligação de vários aparelhos sanitários a um mesmo ramal de descarga deve efectuar-se por forquilhas ou caixas de reunião (Fig. 20).

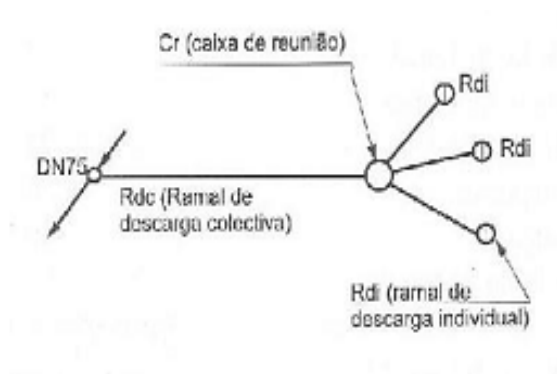



Figura 20: ramais de descargas.
Fonte: www.engconstruir.comunidades.net.

Os ramais de descarga das águas de sabão ou de urinóis só podem ser ligados aos ramais de descarga das bacias de retrete, desde que seja assegurada a ventilação secundária aos ramais de descarga das águas de sabão de modo a impedir a sifonagem induzida.

Nos sanitários colectivos, os conjuntos de lavatórios, mictórios e bacias de retrete podem ser instalados em bateria desde que o ramal de esgoto que reúne os ramais de descarga de todos os aparelhos seja facilmente inspeccionado. De três em três aparelhos é obrigatório instalar

um ramal de ventilação excepto para as bacias de retrete em que o ramal de ventilação é obrigatório para todos os aparelhos instalados.

A ligação dos ramais de descarga aos tubos de queda deve ser feita através de forquilhas e a ligação aos colectores prediais por forquilhas ou câmaras de inspecção.

Os ramais de descarga de bacias de retrete devem ser ligados ao tubo de queda em planos horizontais diferentes dos ramais de descarga de águas de sabão. Caso tal não se verifique, deve-se usar forquilhas de ângulo de inserção não superior a 45º.

4.6.2. Ramais de ventilação

Os ramais de ventilação devem ser rectilíneos, ascendentes e verticais, até uma altura mínima de 0,15 m acima do nível superior do aparelho sanitário mais elevado a ventilar. A ligação à coluna de ventilação deve ser executada por troços com inclinação ascendente de pelo menos 2% de modo a facilitar o escoamento da água condensada para o ramal de descarga. A distância entre o sifão a ventilar e a inserção do ramal de ventilação no ramal de descarga deve ser igual ou superior ao dobro do diâmetro do ramal de descarga. O diâmetro dos ramais de ventilação não deve ser inferior a dois terços do diâmetro dos ramais de descarga respectivos.

4.6.3. Tubos de queda

Os tubos de queda devem ter diâmetro uniforme e, se possível, um traçado num único alinhamento recto vertical. Nas situações em que não é possível evitar desvios da vertical, estes devem ser executados por curvas de concordância. A extensão deste desvio não deve ser superior a dez vezes o diâmetro do tubo de queda. Nas situações em que é excedido este valor, o troço de fraca pendente deverá ser dimensionado como colector predial.

A concordância dos tubos de queda com os troços de fraca pendente dá-se com curvas de transição de raio igual ou superior ao triplo do seu diâmetro ou com duas curvas de 45º.

Os tubos de queda devem ser prolongados até ao exterior da cobertura do edifício, assegurando acima ventilação primária do sistema de drenagem de águas residuais domésticas.

A inserção dos tubos de queda nos colectores prediais faz-se através de forquilhas ou câmaras de inspecção, caso se trate, respectivamente, de colectores acessíveis ou enterrados. Caso a distância do tubo de queda ao colector predial exceda dez vezes seu diâmetro é obrigatório

garantir a ventilação secundária, ou a instalação de uma caixa de visita ou uma solução equivalente que assegure a ventilação primária.

É necessário a instalação de bocas de limpeza nos tubos de queda próximo das curvas de concordância, próximo da mais alta inserção dos ramais de descarga e no mínimo de três em três pisos junto da inserção dos ramais de descarga. O diâmetro das bocas de limpeza não deve ser inferior ao do respectivo tubo de queda e devem estar posicionadas em locais de fácil acesso.

4.6.4. Colunas de ventilação

O traçado das colunas de ventilação deve ser vertical e as mudanças de direcção devem ser obtidas por troços rectilíneos ascendentes ligados por curvas ascendentes.

As colunas de ventilação devem ter a sua origem no colector predial, a uma distância dos tubos de queda de cerca de 10 vezes o diâmetro destes. Devem ainda terminar superiormente nos tubos de queda a uma distância não inferior a 1 m acima da inserção mais elevada de qualquer ramal de descarga.

Deverão ser ligadas ao respectivo tubo de queda no mínimo de três em três pisos, através de troços de tubagem retos ascendentes ligados por curvas de concordância.

No caso de não existirem tubos de queda, as colunas de ventilação deverão ter início nas extremidades a montante dos colectores prediais.

As colunas de ventilação e os tubos de queda deverão, preferencialmente, ser instaladas em galerias verticais facilmente acessíveis.

4.6.4. Colectores prediais

O traçado dos colectores prediais deve ser constituído por troços rectilíneos, tanto em planta como em perfil.

Quando os colectores prediais são enterrados, devem ser implantadas câmaras de inspecção no início colector, nas mudanças de direcção, de inclinação, de diâmetro e nas confluências de ramais.

Quando os colectores prediais estiverem instalados à vista ou em locais facilmente acessíveis, as câmaras de inspecção devem ser substituídas por curvas de transição, reduções, forquilhas

e por bocas de limpeza localizadas adequadamente e em número suficiente de modo a garantir um serviço de manutenção eficaz.

A distância entre as câmaras ou bocas de limpeza consecutivas não deve ser superior a 15 m como se ilustra a figura 21.

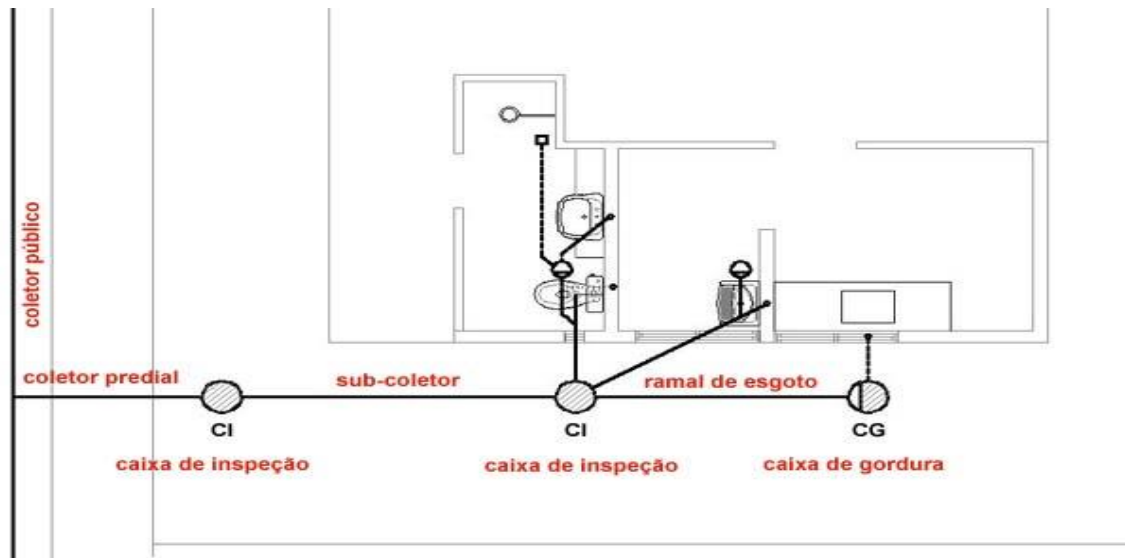



Figura 21: Traçado dos colectores prediais.
Fonte:www.suzuki.arq.br

4.7. Acessórios

4.7.1. Sifões

Os sifões são dispositivos integrados nos aparelhos sanitários ou inseridos nos ramais de descarga com o objectivo de impedir a passagem de gases para o interior dos edifícios.

Estes dispositivos devem ser instalados na vertical de modo a assegurar o fecho hídrico, e colocados em locais acessíveis para facilitar as operações de limpeza e manutenção.

Quando não estão integrados nos aparelhos sanitários, os sifões não devem ser instalados a uma distância superior a 3 m.

Os sifões colectivos podem servir vários aparelhos sanitários em simultâneo, desde que todos produzam águas de sabão. Já no caso de instalações em bateria cada aparelho deve ser servido de um sifão individual.

É proibido a dupla sifonagem, ou seja, cada aparelho sanitário apenas pode ser servido por um único sifão.

O interior dos sifões deve ser formado por superfícies lisas e sem arestas vivas, de modo a evitar a retenção de matérias. Devem ser munidos de bocas de limpeza ou ter em consideração a sua facilidade de montagem e desmontagem.

Os diâmetros dos sifões não devem ser superiores aos dos ramais de descarga, evitando assim ruídos e a diminuição do fecho hídrico.

Nas águas residuais domésticas, o fecho hídrico deve estar compreendido entre os 50 e os 75 mm.

Na tabela a seguir indica-se os diâmetros mínimos dos sifões nos diferentes aparelhos sanitários.

Aparelho	**Diâmetro mínimo (mm)**	**Fecho hídrico (mm)**
Bacia de retrete	Incorporado	50
Banheira	30	50
Bidé	30	50
Chuveiro	30	50
Lavatório	30	50
Máquina lava-louça	40	50
Máquina lava-roupa	40	50
Mictório de espaldar	60	50
Mictório suspenso	Incorporado	50
Pia lava-louça	40	50
Tanque	30	50

Tabela 5: Diâmetro dos sifões
Fonte: Ferreira (Junho de 2013)

Na fig. 22 são apresentados os tipos de sifões existentes e possíveis para os diferentes aparelhos sanitários.

	Tipo	Aparelho que serve	Fecho hídrico f (mm)
	Garrafa	Lavatório Bidé	75 50
	Caixa	Pia lava-louça	75
	Tubular	Pia de despejo Chuveiro Chuveiro (havendo climatização)	 50 75
ϕ 100 - 125	Caixa (no piso)	Aparelhos de águas de sabão	50

Figura 22: Tipos de sifões.
Fonte: Ferreira (Junho de 2013).

4.7.2. Ralos

Os ralos são dispositivos que têm como objectivo impedir a passagem de matérias sólidas transportadas pelas águas residuais, devendo retirar-se estas matérias periodicamente.

Todos os aparelhos sanitários, à excepção das bacias de retrete, devem ser providos de ralos. Nas lavas louças os ralos destes devem ser equipados com cestos retentores de sólidos. Nas zonas de lavagem de pavimentos, o caso por exemplo de garagens, também devem colocados ralos.

Quando se preveja uma grande quantidade de areias transportadas pelas águas drenadas deve-se usar sistemas de retenção associados aos ralos.

Os ralos devem possuir uma área útil mínima de dois terços da área da secção dos respectivos ramais de descarga. Na fig.23 ilustra-se um ralo de pavimento sifonado com descarga lateral.

Figura 23: Ralo de pavimento sifonado com descarga lateral
Fonte: www.visandotudo.pt

4.7.3. Câmaras de inspecção

Na perspectiva de FERREIRA (2013), as câmaras de inspecção têm como objectivo assegurar as condições de limpeza e manutenção dos colectores. São constituídas por:

- Soleira;
- Corpo formado pelas paredes assentes na soleira, com disposição em planta normalmente rectangular ou circular;
- Cobertura, plana ou troncocónica assimétrica com uma geratriz vertical na continuação do corpo para facilitar o acesso;
- Dispositivo de acesso ao interior, formado por degraus encastrados ou escada fixa ou amovível, devendo esta última ser utilizada apenas para profundidades iguais ou inferiores a 1,7 m;
- Dispositivo de fecho resistente.

A dimensão em planta das câmaras de inspecção, para alturas inferiores a 1 m, não deve ser inferior a 0,8 da sua altura, medida desde a soleira até ao pavimento. Para alturas superiores a 1 m, a dimensão em planta não deve ser inferior a 1 m ou 1,25 m, conforme a sua profundidade seja inferior a 2,5 m ou igual ou superior a este valor.

4.7.4. Válvulas de admissão de ar

Para os autores acima referido, as válvulas de admissão de ar são dispositivos que permitem a entrada de ar nas tubagens quando se verificam pressões negativas, mas não permitem a saída de gases ou odores.

Estes dispositivos são frequentemente utilizados nos países europeus tanto nos tubos de queda como nos ramais dos aparelhos sanitários pela EN 12056-2, prevendo-se assim uma adopção destes sistemas cada vez maior em Portugal.

Existem duas opções de instalação das válvulas de admissão de ar, quanto às dimensões e à localização das mesmas. Uma das opções é a colocação deste dispositivo no topo dos tubos de queda, evitando assim a necessidade de prolongar o tubo de queda até ao exterior da cobertura para assegurar a ventilação. Na figura 24 ilustra-se uma válvula de admissão de ar para o topo dos tubos de queda.

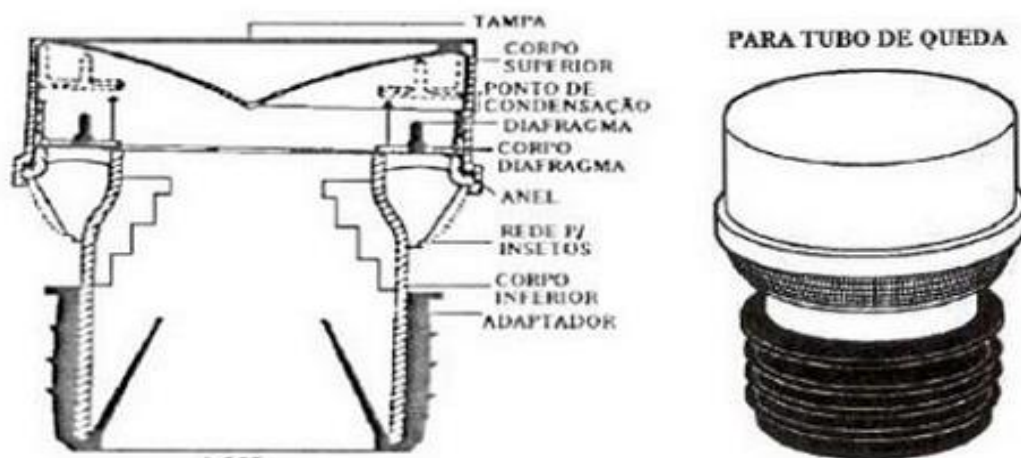



Figura 24: Válvula de admissão de ar para topo dos tubos de queda
Fonte: Ferreira (2013)

As válvulas de admissão de ar também podem ser instaladas nos ramais, com dimensões inferiores às colocadas no topo dos tubos de queda, asseguram a ventilação dos ramais dispensando assim a instalação de colunas e ramais de ventilação secundária. Na figura 25 está representado este dispositivo para ramais.

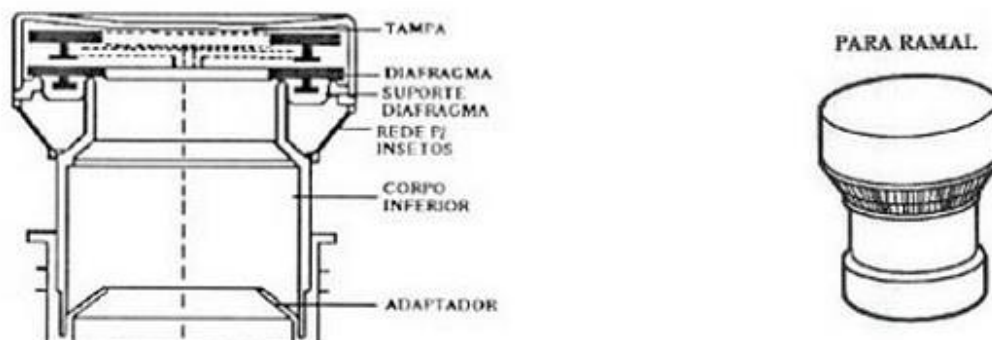



Figura 25: Funcionamento das válvulas de admissão de ar
Fonte: Ferreira (2013)

Quanto à concepção, para além das válvulas de admissão de ar, existem também dispositivos combinados com sifões. Este dispositivo de admissão de ar é constituído por um sifão combinado com uma válvula de admissão de ar permitindo que durante a descarga, a tubagem esteja cheia e garantindo a ventilação necessária para anular efeitos de sucção. Na figura 26 apresenta-se este dispositivo de admissão de ar.

Figura 26: Válvula de admissão de ar combinada com sifão
Fonte: Ferreira (2013)

4.7.5. Instalações complementares

4.7.5.1. Instalações elevatórias

Como já referido anteriormente, as águas residuais recolhidas a um nível inferior ao do arruamento, mesmo que localizadas acima do colector público, devem ser elevadas por meios mecânicos, evitando o possível funcionamento em carga do colector público. Assim, e com o considerável aumento de edifícios com caves, surgem as instalações elevatórias.

O grupo de elevação deverão ser constituído por dois elementos de bombagem funcionando como reserva activa mútua, que quando necessário funcionam em conjunto aumentando assim a capacidade de elevação, e dotados de dispositivos de comando, segurança e alarme.

Os tipos de sistemas de bombagem mais utilizados são os seguintes:

- Bombagem submersível: sistema em que a câmara de bombagem é constituída apenas por uma célula onde coabitam os elementos de bombagem e os caudais efluentes;
- Bombagem instalada em câmara seca: sistema em que a câmara de bombagem é constituída por duas células, uma destinada à instalação da bomba e a outra para a recolha dos efluentes.

Os efluentes dos aparelhos sanitários devem passar por uma câmara de inspecção antes de darem entrada na câmara de bombagem.

As câmaras de bombagem devem estar localizadas de modo a permitir a fácil inspecção e manutenção e dotadas de dispositivos de fecho resistente de modo a minimizar os efeitos de eventuais resíduos, cheiros ou vibrações. Devem ainda ser dotadas de ventilação secundária, realizada através de tubagens com diâmetro não inferior ao da tubagem de compressão.

A geometria da câmara dependerá do equipamento elevatório escolhido e deve garantir que o nível máximo da superfície livre, no interior da câmara de bombagem, não ultrapasse a cota de soleira da mais baixa canalização afluente.

O volume da câmara de bombagem deve ser calculado em função do número horário de arranques dos equipamentos de elevação, com o objectivo de evitar tempos de retenção que excedam cinco a dez minutos para os caudais afluentes.

Para a escolha de uma eficiente instalação elevatória é necessário ter em atenção alguns aspectos tais como o caudal a elevar, que é igual ao caudal afluente acrescido de uma margem de caudal que garanta a segurança adequada das instalações, a altura manométrica de elevação e o número de arranques admitido.

É recomendável, como medida de segurança, que o diâmetro interior das condutas de elevação seja superior a 100 mm. A velocidade mínima de escoamento deve ser de 0,70 m/s.

4.7.5.2. Câmaras retentoras

As câmaras retentoras têm como objectivo separar e reter, no seu interior, matérias transportadas pelas águas residuais que sejam susceptíveis de originar obstruções, incrustações ou outros danos nas canalizações. (FERREIRA et al., 2013).

Na drenagem de águas residuais domésticas, aplicam-se os seguintes tipos de câmaras:

- **Câmara de retenção de elementos pesados:** destinadas a reter no seu interior substâncias sólidas eventualmente transportadas pelos caudais drenados, geralmente utilizadas em sistemas de drenagem hospitalar;
- **Câmaras de retenção de gorduras**: destinadas a reter no seu interior as gorduras transportadas pelos caudais residuais, usualmente presentes em sistemas de drenagem de águas residuais de instalações industriais de confecção de comida;

- **Câmara de retenção de hidrocarbonetos:** destinadas a reter no seu interior os hidrocarbonetos existentes em determinadas instalações industriais e postos de lavagem de viaturas.

As câmaras retentoras devem ser dimensionadas, para que, o seu volume e área de superfície livre sejam adequados ao caudal afluente e às substâncias a reter, podendo a sua construção ser executada de raiz no local ou pré-fabricada. Devem ser impermeáveis e ventiladas, dotadas de dispositivos de fecho resistente e que vedem a passagem de gases para o exterior e dotadas de sifão incorporado ou localizado imediatamente a jusante caso os aparelhos não sejam sifonados

Não é permitida a descarga de águas residuais provenientes de bacias de retrete ou de urinóis.

A localização das câmaras retentoras deve ser o mais a mais próxima possível dos locais de origem dos efluentes a tratar e em zonas acessíveis, de modo a facilitar a inspecção periódica e a remoção das substâncias retidas.

4.8. Conforto e qualidade nos sistemas

Para os teóricos (ASSIS PAIXÃO; CREDER; FERREIRA, 1999, 2002, 2013), para além dos conceitos relacionados com o dimensionamento das redes de drenagem de águas residuais domésticas, impostos pelos regulamentos, é necessário ter em conta alguns factores que condicionam os níveis de conforto e qualidade dos sistemas, tais como:

- Ruído;
- Odores;
- Acessibilidade dos sistemas;
- Coeficientes de simultaneidade.

4.8.1. Ruido

O ruído é um dos factores que mais condiciona os níveis de conforto e qualidade nos edifícios.

O maior problema que causa ruído é a criação de zonas de cavitação nas canalizações. No dimensionamento dos tubos de queda, a consideração de taxas de ocupação inadequadas provoca variações de pressão, originando descargas ruidosas.

A instalação dos dispositivos sanitários e das tubagens ligadas directamente aos elementos de suporte, aumenta inevitavelmente os ruídos de percussão nos edifícios. "Este facto percebe-se se um objecto vibratório estiver ligado um largo painel, em que neste caso a energia transfere-

se mais facilmente para sons aéreos, do que se o objecto estiver isolado, em que a área de ar colocada em movimento é muito pequena”. (ASSIS PAIXÃO, 1999).

As instalações elevatórias produzem vibrações que consequentemente se transmitem ao edifício. Também a utilização de materiais muito rígidos nas tubagens provocam ruídos de choque e ressonância. (FERREIRA,2013).

É necessário ter em conta algumas medidas de modo a reduzir o ruído nos edifícios tais como:

- Correto dimensionamento dos tubos de queda tendo em conta, as taxas de ocupação estabelecidas regulamentarmente;
- Utilização de tubagens de materiais pouco rugosos com características absorventes;
- Evitar traçados com mudanças bruscas de calibre ou de direcção;
- Utilização de equipamentos menos ruidosos (autoclismos; bombas, etc.);
- Instalações elevatórias localizadas mais afastado possível das habitações;
- Atravessamento de elementos estruturais com interposição de isolantes com características elásticas;
- Instalação de tubagens com ligações flexíveis aos elementos de suporte;
- Evitar velocidades excessivas de escoamento (v <2 m/s).

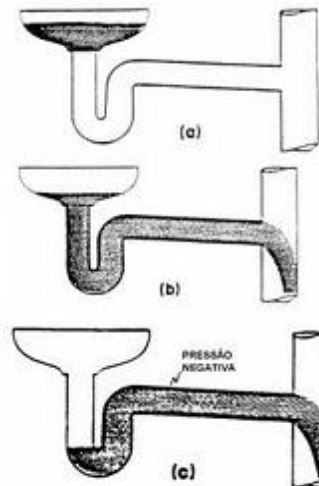
4.8.2. Odores

Durante a descarga de um aparelho sanitário, a ocorrência de certos fenómenos podem provocar a destruição parcial ou total do fecho hídrico dos sifões, contribuindo assim para a passagens de odores desagradáveis para o interior das habitações.

Um dos fenómenos que pode originar a passagem de maus cheiros designa-se por Auto sifonagem, que consiste na formação de um tampão no respectivo ramal de descarga, ocasionada pela descarga do aparelho sanitário, provocando uma aspiração e consequentemente, uma redução na altura do fecho hídrico do sifão, o que origina a passagem de maus cheiros.

a) Cuba cheia de água

b) Inicio do escoamento

c) Estabelecimento da pressão negativa do escoamento

d) O fecho hídrico é aspirado e o ar passa a borbulhar através do sifão. O borbulhamento arrasta a água do fecho hídrico

e) Restabelecimento do fecho hídrico, com o equilíbrio de pressões, o fecho hídrico oscila

f) Estabelecimento do fecho hídrico residual

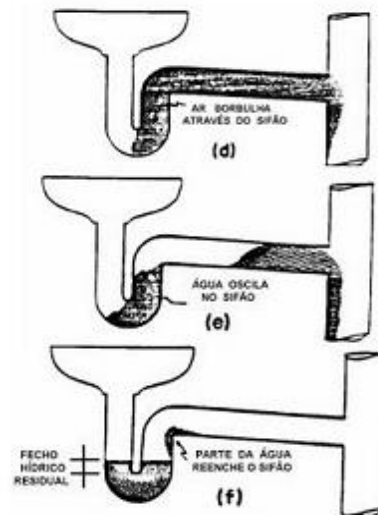



Figura 27: Esquema de Auto sifonagem.
Fonte: FERREIRA (2013).

A **sifonagem induzida** é igualmente outro fenómeno de redução do fecho hídrico de um sifão, com a diferença de ser ocasionada pelo escoamento de outros aparelhos sanitários que não estão ligados e este sifão. Por outro lado, quando se verificam pressões positivas a jusante do fecho hídrico surge a **sobrepressão** nos sifões. Este fenómeno provoca o refluxo da água no sifão e ocorre nas mudanças bruscas de direcção do tubo de queda. A figura 28 ilustra estes dois fenómenos.

(+) Pressão positiva (-) Pressão negativa
(1) Aparelhos sujeitos à auto-sifonagem
(2) Sifonagem induzida, devido ao fluxo no ramal
(3) Sifonagem induzida, devido ao escoamento no tubo de queda
(4) Sobrepressão

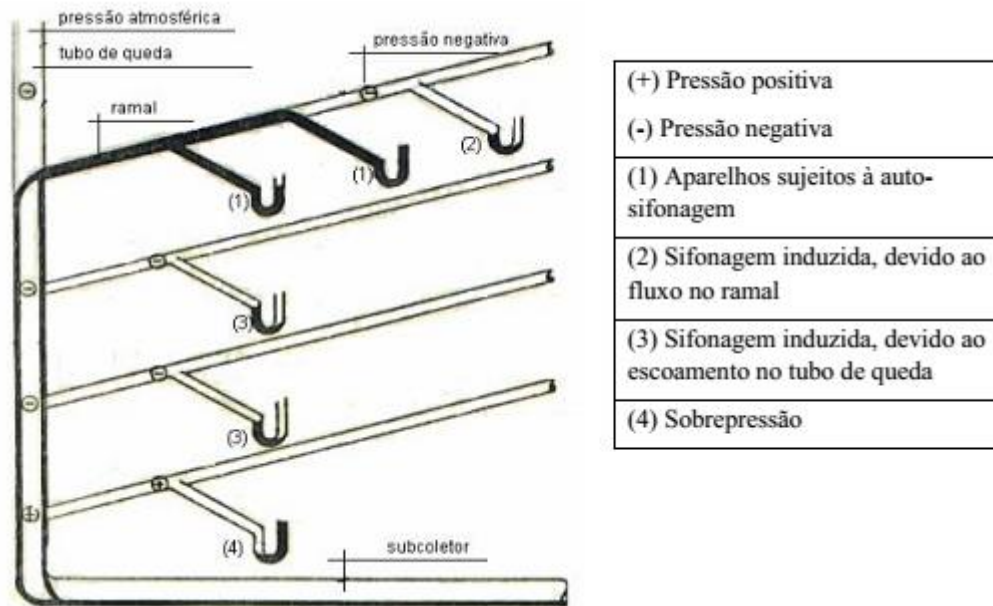



Figura 28: Sifonagem induzida e sobrepressão.
Fonte: www.ebah.com.br

Estes fenómenos podem ser evitados dotando os sistemas com ventilação secundária, ou ter em conta as distâncias máximas admissíveis entre o sifão e a secção ventilada. É também importante, um adequado dimensionamento dos ramais de descarga e a escolha do sifão a instalar.

Para além destes fenómenos decorrentes das descargas dos aparelhos sanitários, existem outros que condicionam o fecho hídrico e são independentes do sistema estar em funcionamento, tais como a tiragem térmica, a acção do vento no topo do tubo de queda e a evaporação. (CREDER, 2006).

A tiragem térmica é função da diferença de temperatura do ar no interior das canalizações (temperatura interna) e no meio ambiente (temperatura externa). Caso a temperatura interna seja superior à temperatura externa, ocorrem depressões no interior do tubo de queda visto que o ar tende a sair do tubo de queda para atingir o meio ambiente. Se a temperatura interna for inferior à temperatura externa, inverte-se o sentido do fluxo do ar e estabelecem-se sobrepressões no interior do tubo de queda. (GHISI,2004).

A acção do vento no topo do tubo de queda pode provocar depressões ou sobrepressões no interior do sistema. Como ilustra a figura 29, estes efeitos dependem da posição do tubo de queda em relação à cobertura do edifício.

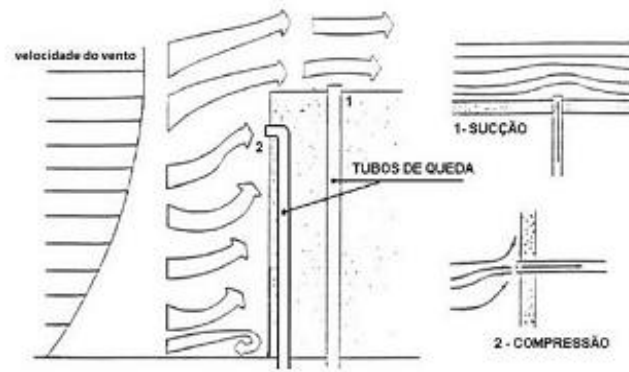



Figura 29: Acção do vento no topo do tubo de queda.
Fonte: FERREIRA (2013).

A redução da altura do fecho hídrico por evaporação é mais frequente em locais com altas temperaturas e baixos valores de humidade relativa do ar. Uma outra situação a salientar é o congelamento do fecho hídrico em regiões com baixas temperaturas. (FERREIRA, 2013).

4.8.3. Acessibilidade dos sistemas

A fácil acessibilidade aos sistemas de drenagem de águas residuais domésticas traz vantagens a longo prazo. Facilitando o acesso em situações de conservação, manutenção e reparação dos sistemas, reduz se o tempo destas operações. Uma fácil acessibilidade também facilita a identificação de eventuais anomalias, reduzindo assim o tempo de interdição. (ASSIS PAIXAO,1999).

4.8.4. Coeficientes de simultaneidade

Os caudais a atribuir aos aparelhos sanitários, devem estar de acordo com o fim específico de cada um e os seus valores devem ser, no mínimo, iguais aos caudais de descarga sugeridos regulamentarmente. Na determinação do caudal de cálculo deve ter-se em conta a possibilidade de funcionamento não simultâneo da totalidade dos equipamentos sanitários, considerando-se o coeficiente de simultaneidade.

Como se percebe, a definição dos caudais de descarga dos respectivos aparelhos sanitários e o coeficiente de simultaneidade são relevantes para o desempenho dos sistemas prediais de drenagem projectados, pois dão origem a maiores ou menores caudais de cálculo e consequentemente a maiores ou menores diâmetros das canalizações. (CREDER, 2006).

4.9. Materiais das tubagens e acessórios

Para além de um correto dimensionamento e concepção das redes de drenagem de águas residuais domésticas, a escolha dos materiais das tubagens também é um aspecto importante

na optimização dos sistemas e na melhoria dos níveis de conforto. Uma incorrecta escolha dos materiais pode provocar uma durabilidade reduzida das redes.

Os principais factores a considerar na escolha do material são de ordem económica e condições de aplicação, mas também a reacção do material com as águas drenadas visto que o comportamento mecânico das tubagens varia face à composição e temperatura das águas residuais drenadas.

Na primeira metade do século XX, o grés dominava nas redes de esgotos embora o ferro fundido e o fibrocimento também tinham algum campo de aplicação.

Era frequente o uso de chumbo nas ligações das tubagens, no entanto após serem descobertos os seus prejuízos para a saúde pública, como a diminuição do coeficiente da inteligência, atrasos na aprendizagem da linguagem, lacunas na capacidade de coordenação motora, este material foi extinto das novas instalações e surgiu a preocupação de o substituir por instalações já existentes.

Os materiais plásticos, como o polietileno, de baixa intensidade e posteriormente de alta intensidade, e o Policleto de vinilo (PVC) tiveram uma evolução relevante nas décadas de 60/70 pela facilidade de instalação, o baixo custo, a baixa rugosidade e a sua leveza.

O PVC tornou-se o material termoplástico mais utilizado na grande maioria dos sistemas de drenagem predial em Cabo Verde e Portugal, excepto casos especiais como hospitais que permaneceu o uso de tubagens metálicas (ferro fundido revestido).

A aplicação do PVC na generalidade das construções levou à necessidade de publicar a primeira Norma Portuguesa sobre tubagens de PVC para drenagem de águas residuais, a NP-1487, que definia as principais características e requisitos a cumprir pelo material das tubagens. No entanto, com a utilização de tubagens de PVC da “série fria”, de acordo com a NP -1487, surgiram algumas questões, que levaram à revisão das suas características.

Segundo a NP-1487, “…as características especificadas referem-se apenas aos casos em que a temperatura do líquido a transportar não excede, em regime permanente, 40ºC e, em curtos períodos, 60ºC.” Porém tal não se verifica no caso de máquinas de lavar roupa, em que a descarga das águas residuais ocorre com temperaturas perto dos 90ºC pelo que já não seria permitido a aplicação do PVC em cumprimento do estabelecido na NP-1487.

Perante estas limitações surgiram novos produtos para a drenagem predial e a necessidade de publicar normalização europeia relativa ao PVC, destacando-se a NP EN 1329:1, *Sistemas de Tubagens em Plástico para Esgoto (temperatura baixa e elevada) no interior dos Edifícios*, publicada em Setembro de 2002 em Portugal.

A NP EN 1329 impõe um aumento da espessura das tubagens de PVC em 40% devido às elevadas temperaturas registadas com as máquinas de lavar roupa e louça, revelando este aumento também vantagens como melhor isolamento acústico, maior resistência a depressões internas e menor dilatação térmica. Contudo, na grande parte dos casos, a aplicação do PVC ainda se faz de acordo com a NP-1487 o que provoca graves problemas.

A qualidade das tubagens deve ser garantida através de certificados de garantia emitidos por entidades competentes. De seguida, são enunciados os diferentes materiais utilizados nas redes de drenagem de águas residuais.

4.9.1. Tubagens metálicas

O ferro fundido é o metal mais utilizado nas redes de drenagem de águas residuais domésticas. A protecção destas tubagens é conseguida através da deposição de revestimentos betuminosos, tintas de zinco, tintas asfálticas e tintas epóxicas, garantindo uma maior capacidade contra a oxidação. Posto isto, a sua escolha deve ser em função do tipo de protecção e do tipo de água a drenar.

Estas tubagens, geralmente são comercializadas em varas de 0,5 a 3 m quando providas de acobardamento e em varas de 3 m sem acobardamento, com diâmetros nominais entre 50 e 300 mm.

A ligação entre os diversos troços da tubagem deve ser efectuada com acessórios do mesmo material. No caso de sistemas com abocardamento a ligação é efectuada através do encaixe de juntas de elastómero, as quais devem ser lubrificadas com produto adequado de modo a receber o elemento macho. Estas juntas são importantes pois absorvem deslocamentos causados por fenómenos de dilatação. Nos sistemas sem abocardamento a ligação dos elementos é conseguida pela sua colocação topo a topo, unidos por juntas de elastómero e fixadas por abraçadeiras metálicas. Este sistema é mais rígido que o anterior.

As tubagens de ferro fundido podem ser instaladas à vista, ou embutidas, em caleiras, galerias ou tectos falsos. Nos sistemas sem abocardamento, a fixação destes deve ser garantida por um

número suficiente elementos de suporte ou amarração, como as abraçadeiras, e possibilitando a ocorrência de contracções ou dilatações térmicas.

4.9.2. Tubagens termoplásticas

4.9.2.1. Policleto de vinilo (PVC)

Como já referido anteriormente, o PVC é o material termoplástico mais utilizado nos sistemas prediais de drenagem de águas residuais domésticas. Devido ao seu coeficiente de dilatação térmica, é necessário ter em atenção o uso deste material nas águas residuais quentes, temperaturas superiores a 20ºC, recorrendo a séries especiais com o aumento da espessura das tubagens.

Estas tubagens são comercializadas, geralmente, em varas de 6 m, com diâmetros nominais entre 32 e 400 mm.

A ligação entre os troços da tubagem pode ser feita por abocardamento com anéis de estanquidade ou por colagem.

A ligação com anéis de estanquidade consiste na colocação de anéis de neopreno no abocardamento, lubrificados antes de a peça macho ser introduzida, a qual deve ser cortada deixando um chanfro com 15º, removendo rebarbas e quebras das arestas.

A ligação por colagem consegue-se através de uma cola à base de tetra-hidrofurano, o que faz com que o PVC amoleca e se funda, provocando a soldadura dos elementos.

Antes da aplicação da cola, as superfícies de contacto devem ser lixadas para melhorar as condições de aderência. As tubagens só poderão ser instaladas após a secagem da cola.

As tubagens de PVC podem ser instaladas à vista ou embutidas em caleiras, galerias ou tectos falsos. No caso de se situarem à vista e no exterior devem ser protegidas por pintura com tinta adequada de modo a evitar problemas de deterioração.

4.9.2.2. Polietileno de alta intensidade (PEAD)

O polietileno de alta intensidade é outro material termoplástico disponível para utilizar nos sistemas prediais de drenagem de águas.

Existem dois tipos de polietileno, o PE 80 e o PE 100. Estas tubagens podem ser comercializadas em rolos até DN100 mm ou em varas de 6 ou 12 m.

A ligação entre troços do mesmo material pode ser assegurada por soldadura topo a topo, por electro fusão ou por flanges.

No caso da soldadura topo a topo, as extremidades dos tubos são interligadas através do aquecimento e compressão de uma placa de aquecimento.

Na ligação por electro fusão os tubos são interligados por uma corrente eléctrica em que se dá o aquecimento necessário para que as paredes em contacto se fundem.

4.9.2.3. Polipropileno (PP)

O polipropileno pertence à família dos polímeros poliolefínicos, na qual também pertence o PEAD, apresentando uma resistência térmica superior a este.

O polipropileno é um material de geração mais recente, revela características interessantes como a elevada resistência à temperatura, resistência aos agentes químicos e impactos. Destaca-se, porém a baixa resistência aos raios ultravioletas e grande dilatação com o aumento de temperatura.

4.9.3. Tubagens de grés cerâmico

As tubagens de grés cerâmico devem ser utilizadas apenas em redes enterradas, com um recobrimento superior a 0,5 m e deve ser evitada a sua instalação perto de veios subterrâneos de água a menos de 2 m.

A ligação dos diversos troços deve garantir a estanquidade do sistema, recorrendo a anéis de poliuretano.

As tubagens devem ser assentes num leito perfeitamente regularizado, de modo a garantir que disponham de um apoio contínuo. Após a instalação da tubagem no leito, a vala deve ser cheia de areia até ao plano axial horizontal, procedendo-se de seguida à compactação. Enche-se de novo a vala com areia até 0,15 m acima da geratriz superior do tubo, procedendo-se novamente à compactação. Por fim, enche-se o resto da vala com material de escavação compactado em camadas de 0,30 até preencher a vala na totalidade.

Capítulo V - Sistema predial de drenagem de águas pluviais

5.1. Considerações gerais

Na resposta de CARVALHO Júnior (2007), as águas pluviais são aquelas que se originam a partir das chuvas. A captação dessas águas tem por finalidade permitir um melhor escoamento, evitando alargamento, erosão do solo e outros problemas.

Nas edificações, as coberturas destinam-se a proteger determinadas áreas das águas de chuva; portanto, esse volume de água que cai sobre o telhado deve ser adequadamente colectado e transportado para locais permitidos pelos dispositivos legais.

A instalação de águas pluviais destina-se exclusivamente ao recolhimento e condução das águas das chuvas, não se admitindo quaisquer interligações com outras instalações prediais; portanto, as águas pluviais não podem ser lançadas em redes de esgotos.

Segundo o autor, acima referido, a NBR 10844, fixa as exigências e os critérios necessários aos projectos de instalação de drenagem de águas pluviais, visando a garantir níveis aceitáveis de funcionalidade, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia. De acordo com esta norma, as instalações de drenagem de águas pluviais devem ser projectadas de modo a obedecer às seguintes exigências:

- Recolher e conduzir a vazão de projecto até locais permitidos pelos dispositivos legais;
- Ser estanque;
- Permitir limpeza e desobstrução de qualquer ponto no interior da instalação;
- Absorver os esforços provocados pelas variações térmicas as que estão submetidas;
- Quando passivas de choques mecânicos, ser constituídas de materiais resistentes às intempéries;
- Nos componentes em contacto com outros matérias de construção, utilizar materiais compatíveis;
- Não provocar ruídos excessivos;
- Resistir as pressões a que podem estar sujeitas;
- Ser fixadas de maneira a assegurar resistência e durabilidade.

Figura 30: Sistema de águas pluviais.
Fonte: pt.engormix.com

5.2. Conceituação teórica

Altura pluviométrica: volume de água precipitada por unidade de área horizontal.

Área de contribuição: soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da instalação.

Caixa de areia: caixa utilizada nos condutores horizontais destinados a recolher detritos por deposição.

Calha: canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino.

Condutor horizontal: canal ou tubulação horizontal destinada a recolher e conduzir águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais.

Condutor vertical: tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício.

Duração de precipitação: intervalo de tempo de referência para a determinação de intensidades pluviométricas.

Intensidade pluviométrica: quociente entre a altura pluviométrica precipitada num intervalo de tempo e este intervalo.

Perímetro molhado: linha que limita a seção molhada junta as paredes e ao fundo do condutor ou calha.

Período de retorno: número médio de anos em que, para a mesma duração de precipitação, uma determinada intensidade pluviométrica é igualado ou ultrapassado apenas uma vez.

Ralo: caixa dotada de grelha na parte superior, destinada receber águas pluviais.

Seção molhada: área útil de escoamento em uma seção transversal de um condutor ou calha.

Tempo de concentração: intervalo de tempo decorrido entre o início da chuva e o momento em que toda a área de contribuição passa a contribuir para determinada seção transversal de um condutor ou calha.

Vazão de projecto: vazão de referência para o dimensionamento de condutores e calhas.

5.3. Partes constituintes do sistema pluvial

Apresenta-se, a seguir, uma discrição sucinta das partes constituintes de uma instalação predial de águas pluviais.

5.3.1. Calha

Para DI BERNARDO (1993), as calhas tem por objectivo, recolher as águas da chuva que precipitam nas coberturas das edificações e conduzi-las a pontos convenientemente localizados.

A figura 31 apresenta as secções mais usuais encontradas na prática e as denominações conforme disposição nas coberturas.

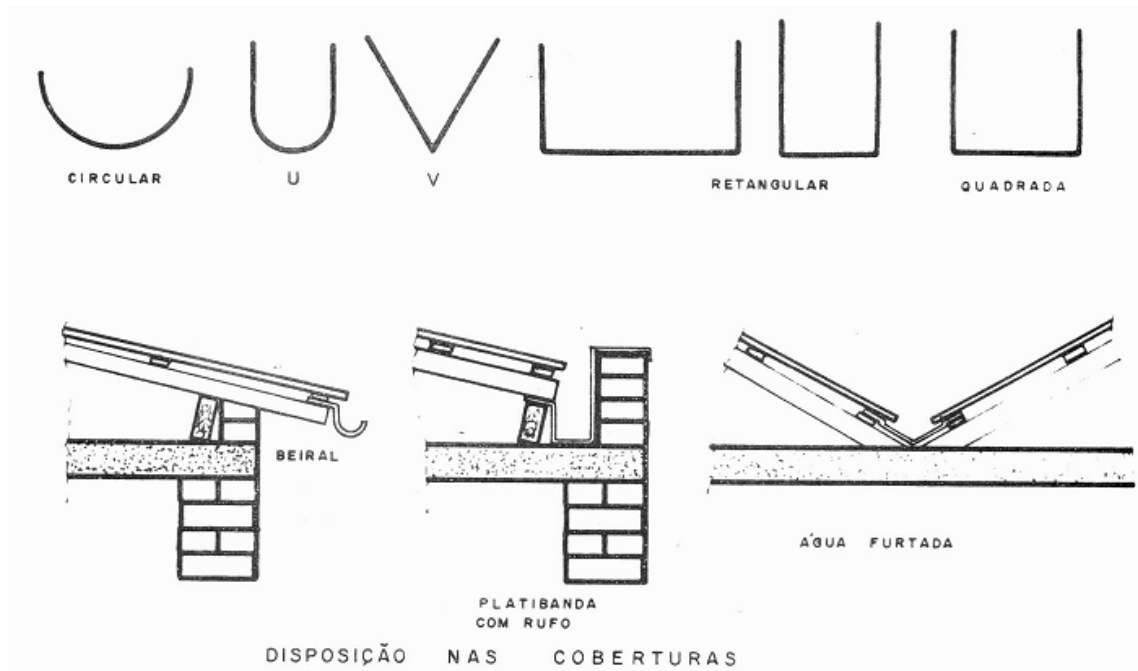



Figura 31: calhas – Secções usuais e disposições nas coberturas.
Fonte: DI ERNARDO (1993).

5.3.2. Condutores

Na óptica de CREDER (2006), os condutores tem por objectivo captar as águas colectadas pelas calhas e transportá-las para a parte inferior das edificações. Normalmente, os condutores são canalizações verticais, com a extremidade superior conectada às calhas e a inferior, inserida em caixas de inspecção.

5.3.3. Colectores

Segundo (DI BERNARDO; CARVALHO Júnior, 1993, 2007), o objectivo da rede colectora é conduzirem as águas pluviais as sarjetas ou à rede pública de drenagem urbana. A rede colectora é provida de caixas de passagem, geralmente com grelhas, que também tem a finalidade de colectar as águas pluviais das áreas externas das edificações.

5.3.4. Outros elementos

As calhas, condutores e colectores constituem a parte essencial de uma instalação predial de águas pluviais. Há casos em que outros elementos fazem do sistema global de colecta e disposição final de águas pluviais, como sarjetas, bocas de lobo, poços de visita e unidade de dissipação de energia.

Muitas vezes a própria cobertura é constituída de telhas que eliminam a necessidade de calhas e até mesmo de condutores. Nesse caso a instalação predial de águas pluviais inicia-se com as caixas de colecta com grelhas.

5.4. Dimensionamento

5.4.1. Vazão

De acordo com ASSIS PAIXAO (1999), a vazão de dimensionamento de uma instalação predial de águas pluviais é determinada empregando se o Método Racional, como mostra a equação 4

$$Q = i * A/60 \qquad \text{Equação 4}$$

Onde:

Q: vazão (m^3/s)

i: intensidade de precipitação (mm/h)

A: área de contribuição (m^2)

5.4.2. Coeficiente do escoamento

Segundo DI BERNARDO (1993), se todo o volume de água da chuva precipitado sobre uma determinada área escoasse superficialmente, o coeficiente c resultaria igual a unidade. Entretanto isso geralmente não ocorre devido a evaporação, intercepção, infiltração, etc. de modo que o coeficiente c varia de acordo com o tipo de recobrimento da superfície da área que se pretende drenar.

O quadro 4 apresenta os valores do coeficiente c em função das características da área a ser drenada.

Características da superfície	***c***
Telhados em geral	0.30 – 0.95
Superfícies pavimentadas com asfalto	0.85 – 0.90
Superfícies pavimentadas com paralelepípedos com juntas bem executadas	0.75 – 0.85
Superfícies pavimentadas com paralelepípedos sem juntas bem executadas	0.50 – 0.70
Áreas recoberta com pedregulhos	0.15 – 0.30
Áreas descobertas com pátios, parques, jardins e gramados	0.01 – 0.30

Tabela 6: valores do coeficiente c
Fonte: Adaptado de DI BERNARDO (1993)

5.5. Área de contribuição

A área de contribuição, das coberturas externas às edificações, devem ser bem caracterizadas, por meio de cortes no telhado e declividades nas áreas externas, de modo que as vazões que escoam nas calhas, condutores e nos colectores sejam resultantes de um estudo de divisão de áreas que conduzem à instalação mais económica possível para a drenagem das águas pluviais. (DI BERNARDO; CREDER,2006, 1993).

5.6. Intensidade de precipitação.

5.6.1. Relação entre a intensidade duração e frequência.

A intensidade de precipitação é um parâmetro essencial para o dimensionamento racional das partes constituintes de uma instalação predial de águas pluviais. A relação entre a intensidade, duração e frequência, é em geral, representada na equação 5

$$i = \frac{a * T^b}{(t + to)^{\emptyset}} \qquad \text{Equação (5)}$$

Onde:

i: intensidade máxima média (mm/h)

t: duração da chuva (min)

T: tempo de recorrência (ano)

a, b, to e $\emptyset$: parâmetros

5.6.2. Período de retorno

DI BERNARDO (1993), o período é pequeno para instalações prediais de águas pluviais, não excedendo 5 anos para a calhas e condutores, e muitas vezes, até 10 anos para a rede colectora.

Segundo CARVALHO Júnior (2007), O período de retorno deve ser fixado segundo as características da área a ser drenada, obedecendo ao estabelecido a seguir:

- T = 1 ano para áreas pavimentadas, onde empoçamentos possam ser tolerados;
- T = 5 anos, para coberturas e/ou terraços;
- T = 25 ano para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado.

A duração de precipitação deve ser fixada em t = 5min.

Para construção até 100m^2 de área de projecção horizontal, salvo casos especiais, pode-se adoptar: $I = 150mm/h$.

ASSIIS PAIXAO, et al, (1999), o período de retorno adoptado no dimensionamento hidráulico de uma rede de drenagem pluvial é o que resulta da minimização de custos necessário à protecção contra inundações para a precipitação de cálculo.

Habitualmente trabalha-se com períodos de retorno de 5 ou 10 anos, que se podem reduzir a 2 anos ou mesmo um ano, em condições excepcionais de bacias muito planas co elevada percentagem de espaços livres permeáveis. Em grandes bacias densamente edificadas e de grandes declives os períodos de retorno podem ser ampliados para 20 ou 25 anos.

5.6.3. Tempo de concentração (tc)

DI BERNARDO (1993), o tempo de concentração em uma secção de controlo é o intervalo do tempo decorrido entre o início da chuva e o instante em que toda a bacia hidrográfica estiver contribuindo naquela secção. Quando se emprega o método racional (equação da vazão), faz-se o tempo de concentração igual a duração da chuva. O tempo de concentração é composto de duas parcelas, a saber:

$$\mathrm{tc} = \mathrm{ts} + \mathrm{te} \qquad \text{Equação 6}$$

ts: tempo de escoamento superficial (min)

te: tempo de escoamento no colector (min)

O tempo do escoamento superficial (ts) varia de 2 a 5 minutos para ruas pavimentadas com declividade entre 0,5 e 5% e de 10 a 20 minutos para áreas gramadas. O tempo do escoamento no colector, entre duas caixas de inspecção, é determinado em função da extensão do trecho do colector e velocidade do escoamento.

Quando se emprega o método racional, o valor de ts pode ser determinado pela expressão proposta por George Ribeiro, apresentada a seguir:

$$ts = \frac{16 * L}{(1{,}05 - 0.2p) * (100 * Im)^{0{,}04}} \qquad \text{Equação 7}$$

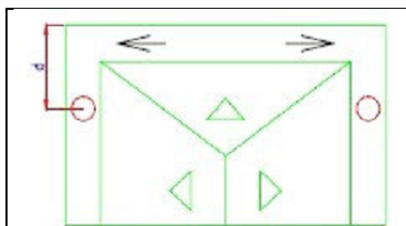
Onde:

ts: min

$\boldsymbol{L}$: distancia máxima até a primeira boca de lobo (km)

Im: declividade média entre o ponto mais distante e a primeira boca de lobo (m/m)

$\boldsymbol{p}$: percentagem da área com cobertura vegetal

Geralmente considera-se $p = 0$ para o caso de instalações relativamente pequenas e portanto, têm-se:

$$ts = \frac{12{,}67 * L}{Im^{0{,}04}} \qquad \text{Equação 8}$$

5.7. Dimensionamento das calhas

A inclinação das calhas de beiral e platibanda deve ser uniforme, com valor mínimo de 0,5%. As calhas de água-furtada têm inclinação de acordo com o projecto da cobertura.

Quando não se pode tolerar nenhum transbordamento ao longo da calha, extravasões podem ser previstos como medida adicional de segurança. Nestes casos, eles devem descarregar em locais adequados.

Em calhas de beiral ou platibanda, quando a saída estiver a menos de 4 m de uma mudança de direcção, a Vazão de projecto deve ser multiplicada pelos coeficientes da tabela 7.

Tipo de Curva	Curva a menos de 2 m da saída da calha	Curva entre 2 e 4 m da saída da calha
Canto reto	1,2	1,1
Canto arredondado	1,1	1,05

Tabela 7: Coeficientes multiplicativos da vazão de projecto.
Fonte: DI BERNARDO (1993)

O dimensionamento das calhas deve ser feito através da fórmula de Manning-Strickler, indicada a seguir, ou de qualquer outra fórmula equivalente:

$$Q = K\frac{S}{n}RH^{2/3}i^{1/2} \qquad \text{Equação 9}$$

Onde:

Q = Vazão de projecto (L/min);

S = Área da seção molhada (m²);

n = Coeficiente de rugosidade;

RH= raio hidráulico (m);

i = Declividade da calha (m/m);

K = 60.000.

Materiais	n
PVC, fibrocimento, aço e metais não ferroso	0.011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0.012
Cerâmico, concreto não alisado	0.013
Alvenaria de tijolos não revestida	0.015

Tabela 8: Coeficientes de rugosidade
Fonte: CREDER (2006)

A figura 32 ilustra uma calha de seção rectangular. O cálculo do raio hidráulico é obtido dividindo-se a área molhada pelo perímetro molhado.

$$RH = \frac{a*b}{b+2a} \qquad \text{Equação 10}$$

A seção rectangular mais favorável ao escoamento ocorre quando a base é o dobro da altura d’água no canal, isto é, para valores de b =2a.

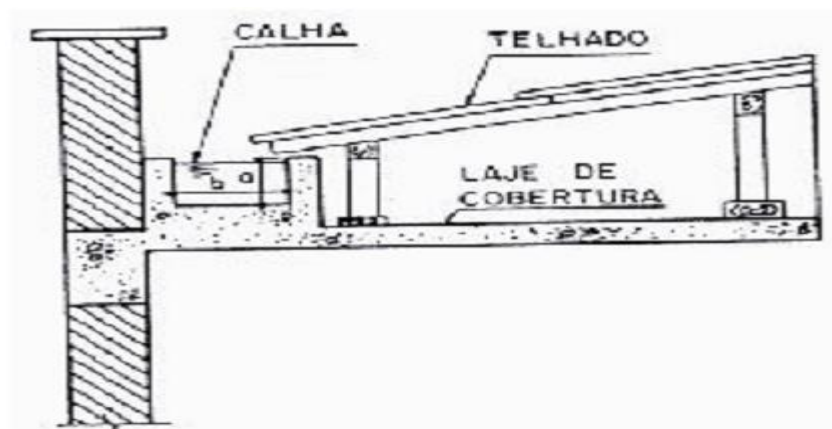



Figura 32: Calha de seção rectangular.
Fonte: DI BERNARDO (1993).

A Tabela 9 fornece as capacidades de calhas semicirculares, usando coeficiente de rugosidade n = 0,011 para alguns valores de declividade. Os valores foram calculados utilizando a fórmula de Manning-Strickler, com lâmina de água igual à metade do diâmetro interno.

Diâmetro interno (mm)	Vazões (L/min)		
	Declividade		
	0,5%	1,0%	2,0%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Tabela 9: Capacidades de calhas semicirculares com n = 0,011
Fonte: CREDER (2006)

5.8. Dimensionamento dos condutores verticais

Podem ser colocados externa e internamente ao edifício, dependendo de considerações de projecto, do uso e da ocupação do edifício e do material dos condutores. Os condutores verticais podem ser ligados na sua extremidade superior a uma calha (casa com telhado) ou receber um ralo quando se trata de terraços ou calhas largas.

Devem ser projectados, sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade de desvio, devem ser usadas curvas de 90º de raio longo ou curvas de 45º e devem ser previstas peças de inspecção.

O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é 70 mm. Como os condutores são verticais, seu dimensionamento não pode ser feito pelas fórmulas do escoamento em canal. A NBR 10844/89 apresenta ábacos específicos para o dimensionamento dos condutores verticais a partir dos seguintes dados:

- Q = Vazão de projecto, em L/min

- H = Altura da lâmina de água na calha, em mm

- L = Comprimento do condutor vertical, em m

Para calhas com saída em aresta viva ou com funil de saída, deve-se utilizar, respectivamente, o ábaco (a) ou (b), do anexo 4

Procedimento

1- Levantar uma vertical por Q até interceptar as curvas de H e L correspondentes.
2- Se não haver curvas dos valores de H e L, interpolar entre as curvas existentes.
3- Transportar a intersecção mais alta até o eixo D.
4- Adoptar o diâmetro nominal cujo diâmetro interno seja superior ou igual ao valor encontrado.

O dimensionamento dos condutores verticais também pode ser feito com emprego da tabela 10 que fornece o diâmetro do condutor e o valor máximo da área de telhado drenada pelo tubo.

Diâmetro (mm)	Vazões (L/s)	Área de cobertura (m^2)
50	0,57	17
75	1,76	53
100	3,78	114
125	7	212
150	11,53	348
200	25,12	760

Tabela 10: Área de cobertura para condutores verticais de seção circular
Fonte: BOTELHO & RIBEIRO JR (1998).

5.9. Dimensionamento de condutores horizontais

Os condutores horizontais devem ser projectados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5%.

O dimensionamento dos condutores horizontais de secção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno (D) do tubo. As vazões para tubos de vários materiais e inclinações usuais estão indicadas na tabela 11.

D (mm)	Vazão (L/min)											
	n = 0,011				n = 0,012				n = 0,013			
	0,50%	1%	2%	4,00%	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Tabela 11: Capacidade de condutores horizontais de seção circular
Fonte: BOTELHO & RIBEIRO Jr. (1998).

5.10. Materiais utilizados

São vários os materiais empregados nas tubulações de águas pluviais. Os materiais mais comuns são PVC rígido, o ferro fundido, o fibrocimento e o aço galvanizado. Quando se optar pelo PVC rígido, nos prédios com mais de três pavimentos, é recomendável a utilização de tubos e conexões reforçados.

O ferro fundido, por ser um material mais resistente, deve ser utilizado em instalações aparentemente sujeitas a choques.

5.11. Elemento acessório de sistema

5.11.1. Caixas colectoras de águas pluviais

É uma caixa detentora de areia e/ou inspecção, que permite a interligação de colectores, a limpeza e desobstrução das canalizações. Também devem ser executadas sempre que houver mudança de direcção, do diâmetro e de declividade nas redes colectoras.

A caixa de areia é utilizada quando acorre a possibilidade de arrastamento de lama e de areia para tubulação, caso contrário utiliza-se a caixa de inspecção. As caixas deverão ter: secção circular de 0.60m de diâmetro ou quadrada de 0.60m de lado, no mínimo, e profundidade máxima de 1 m. As caixas de inspecção também podem ser pré-fabricadas, de plástico. (CARVALHO Júnior, 2007).

Em algumas edificações, como postos de serviço de lavagem e lubrificação de veículos, bem como em garagens, as águas utilizadas não podem escoar directamente nas redes públicas.

Nesses casos há necessidades de instalar caixas separadoras do óleo, da graxa e da lama, evitando o despejo nos colectores públicos, o que certamente traria sérios problemas ambientais.

5.12. Utilização de água das chuvas em edificações

O aproveitamento de água de chuva em residências pode contribuir com a conservação de mananciais, com a redução de enchentes nas cidades e com a diminuição da utilização de energia e insumos na captação, adução, tratamento e distribuição de água potável.

Em zonas rurais e regiões onde há carência de água podem ser utilizados reservatórios, (cisternas) construídos com o objectivo de acumular água durante período de precipitações pluviométricas, para utilização na época de estiagem. A água da chuva armazenada sem tratamento adequado pode ser utilizada apenas para consumo não potável. A água de chuva tem potencial para utilização na descarga de vasos sanitários, lavagem de roupas, irrigação de jardins, na lavagem de carros, em sistemas de ar-condicionado e em sistemas de combate de incêndios, entre outros.

Um sistema de aproveitamento de água da chuva possui, em geral, dos seguintes componentes:

a) **Área de colecta:** local onde a chuva precipita a fim de ser captada. É importante no dimensionamento do volume de reservação, pois quanto mais for à área de captação maior será o volume de água da chuva capturado e armazenado. A área de captação deve suprir a demanda de consumo de água;
b) **Calhas e condutores**: Condutas que levam a água captada até o reservatório. As calhas são dispostas na horizontal e os condutos na vertical. Os dimensionamentos desses componentes devem seguir a normas;
c) **Dispositivo de descarte das "primeiras águas":** componente utilizado para descartar a água que lava a área de captação, local onde se acumula poeira, fuligem e outros contaminantes atmosféricos que podem alterar a qualidade da água. Para este descarte pode-se dispor de desvio manual da água ou dispositivos instalados em bóias de tanques intermediários;
d) **Separador de materiais grosseiros:** dispositivo utilizado para a separação de galhos, folhas e outros materiais que podem ser depositados na área de captação. Existem no mercado filtros produzidos para esta função, podendo também ser fabricados;

e) **Armazenamento:** sistema composto por dois reservatórios. Um inferior, enterrado com o objectivo armazenar a água colectada e compensar a variação da precipitação de chuva, e um reservatório superior para distribuição por gravidade até os pontos de utilização.

f) **Sistema de recalque:** composto por bomba, tubulações e conexões. Responsável pelo transporte de água do reservatório inferior para o reservatório superior.

g) **Sistema de distribuição:** responsável pelo abastecimento de água de chuva nos pontos de utilização (ex.: bacias sanitárias). Composto por barrilete, colunas, ramais e sub-ramais de distribuição.

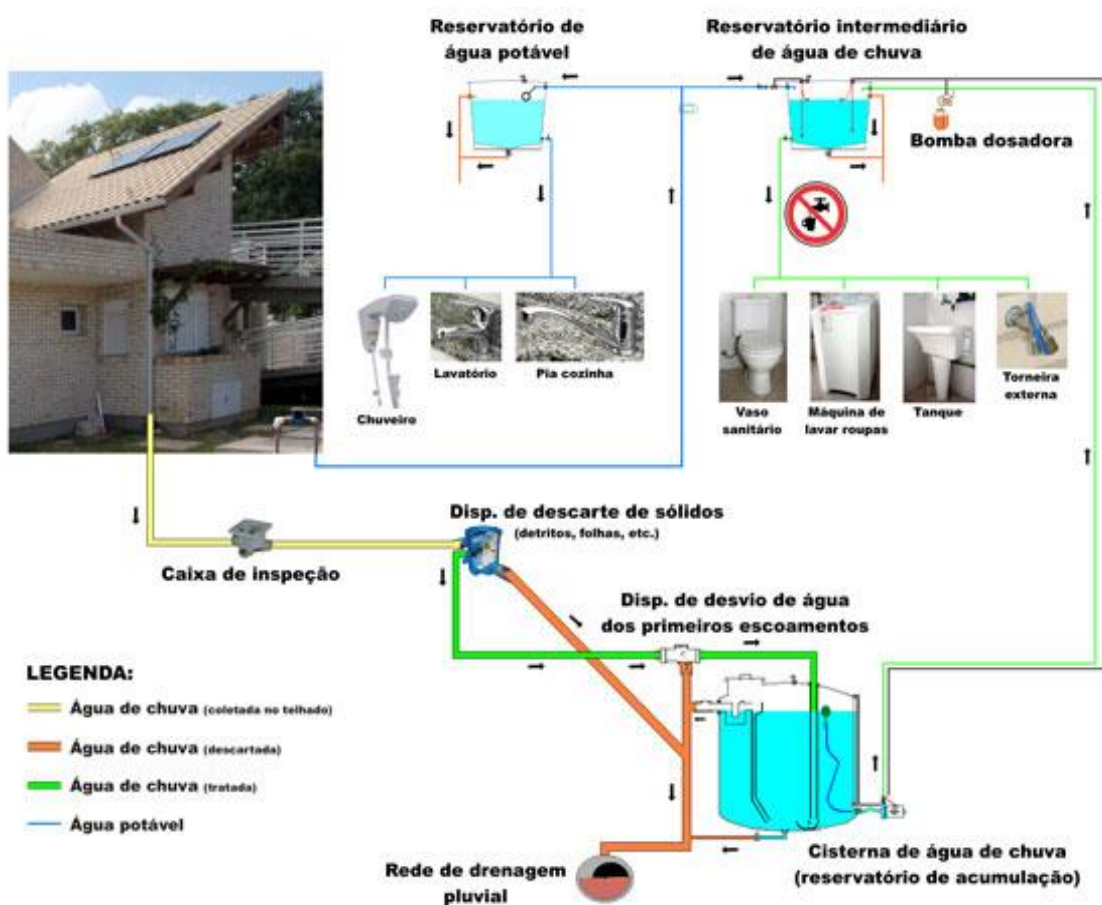



Figura 33: Esquema do sistema de aproveitamento de água de chuva.
Fonte: ecochemist.wordpress.com

5.13.1. Dimensionamento

5.13.1.1. Previsão do consumo de água não potável

Para o dimensionamento do sistema é necessário que primeiramente seja estimado o consumo de água a ser utilizado. Na ausência de dados locais podem ser utilizados dados da literatura, como os dados da tabela 12 ou da tabela 13.

Demanda	Unidade	Faixa
Uso interno		
Vaso Sanitário – Volume	L/descarga	6 a 15
Vaso Sanitário – Frequência	Descarga/hab/dia	3 a 6
Lavagem de roupas – Volume	L/ciclo	108 a 189
Lavagem de roupas – Frequência	Carga/hab/dia	0,2 a 0,37
Uso externo		
Gramado ou Jardim – Volume	L/dia/m²	2
Gramado ou Jardim – Frequência	Lavagem/mês	8 a 12
Lavagem de carro – Volume	L/lavagem/carro	80 a 150
Lavagem de carro – Frequência	Lavagem/mês	1 a 4
Lavagem de área impermeável – Volume	L/lavagem/carro	80 a 150
Lavagem de área impermeável – Frequência	Lavagem/mês	1 a 4
Manutenção de piscinas	L/dia/m²	3

Tabela 12: Demanda de água não potável em uma residência.
Fonte: TOMAZ (2003).

Aparelho/uso	**%** ***do*** **Consumo**
Descargas nas bacias sanitárias	14 a 41%
Chuveiros e banheiras	24 a 47%
Máquinas de lavar roupas	8 a 9%
Tanques	4 a 18%
Jardins	0 a 3%
Outros	0 a 7%

Tabela 13: Estimativas médias de consumo de água não potável em uma residência.
Fonte: ZANCHETTA & LINDNER, (2006).

Segundo MOTA (2006), o consumo mínimo diário de água é de 14 L/pessoa*dia. O volume de água a armazenar pode ser calculado pela expressão:

$$Vmín = k * N * Cu * D \quad \text{Equação 12}$$

$Vmín$ = Volume mínimo para o reservatório (L)

k = Coeficiente correspondente às perdas

N = Número de consumidores

Cu = Consumo unitário de água (L/pessoa.dia)

D = Número de dias de armazenamento de água

5.13.1.2. Volume do reservatório

Para determinação do volume de reservação deve ser calculado o volume precipitado em função de dados meteorológicos de precipitação da região. Para efeito de cálculo, o volume de água que pode ser aproveitado não é o mesmo que o precipitado. Para isto usa-se um coeficiente de escoamento superficial chamado de coeficiente de runoff (C), que depende do tipo de superfície, TOMAZ (2003) recomenda adoptar $C = 0{,}8$. O volume captado por uma superfície é dado pela expressão:

$$Vc = A * P * C \quad \text{Equação 13}$$

Onde:

Vc = Volume mensal ou anual captado (L) A = área de contribuição (m2)

P = Precipitação média mensal ou anual (mm)

C = Coeficiente de escoamento

O volume mínimo de água necessário $Vmín$ deve ser menor ou igual ao volume captado Vc para atender a demanda de água.

Capítulo 6- Caso Prático- Projecto Hidros-sanitário

6.1. Memória descritiva e justificativa

A presente memória e as peças desenhadas constituem o projecto de instalações hidráulicas e sanitárias de um edifício Unifamiliar de Dois pisos mais cave e sótão pertencente ao ***Sr. José Luís Garcia Correia,*** a ser construído na zona ***de Palmarejo, Cidadela – Paria.***

O edifício será servido por 10 sanitas, 10 lavatórios, 9 Polibans, 5 lava loiças, 3 máquinas de lavar roupa e 4 termoacumuladores, perfazendo um total de 41 dispositivos de utilização.

O abastecimento será através da rede geral de abastecimento de água que irá alimentar todas as peças do edifício e ainda um reservatório subterrâneo, localizado no pátio do R/Chão, e dois elevados de plástico ou fibra na cobertura.

Após a utilização, as águas residuais serão recolhidas separadamente por pisos (aguas negras e cinzentas), passando posteriormente para uma caixa de retenção e desta para a Rede Publica Geral de Esgotos, conforme os esquemas apresentados.

6.2. Rede de água quente

Em todo o prédio será instalada uma rede de distribuição de água quente que irá alimentar as peças das casas de banho e cozinhas (Poliban, banheiras, lavatórios e lava loiças).

A rede deverá garantir o fornecimento de água sob pressão suficiente no sentido de manter um perfeito funcionamento de todo o equipamento instalado sem ruídos e a uma temperatura adequada.

O sistema de aquecimento será o de Termoacumuladores, localizados nas cozinhas dos diferentes pisos.

6.3. Cálculo hidráulico

O dimensionamento das condutas foi feito a partir do método dos coeficientes de simultaneidade, aplicados os diferentes dispositivos de utilização a jusante.

O limite de velocidade de escoamento a considerar está compreendido entre 0.50 e 2.0 m/s, utilizando para a execução das redes o **PP-R** ou PVC rígido (Hidronil) DN 50 (DE 2” PN 10). Para o estabelecimento das junções entre os diferentes tubos prevê-se a utilização de juntas e acessórios dos mesmos materiais.

6.4. Reservatório para armazenamentos

Tendo em conta os problemas de fornecimento de água de um modo geral em todas as Cidades e Vilas de Cabo Verde, motivada pela escassez de água, o que impede um fornecimento contínuo da mesma durante 24 horas diárias através das redes públicas, o edifício terá dois reservatórios elevado localizados no terraço e um outro subterrado no Páteo do r/chão que servirá o prédio todo, equipados de bóia flutuante, uma válvula de retenção e electrobomba.

Foram levados em conta os seguintes dados para o dimensionamento, contudo o volume poderá ser ainda maior caso haja espaço suficiente para a construção do mesmo.

1 – Número de residentes
2 – Consumo diário
3 – Quantidade de reserva de agua por dia

CAPITAÇÕES:
- Moradores Consumo Diário= 150 litros/dia
- Pessoas por apartamento= 7
- Dias de reserva mínima= 10

Volume Total = nº pessoas x Dias de reserva x Litros/Pessoa
Volume Total = 7 x 10 x 150 ≥ 10.500 Litros

Resultados Finais:
Deposito Subterrâneo ≥ 10 Toneladas
Deposito Elevado ≥ 2,0 Toneladas

O reservatório subterrâneo estará equipado com uma electrobomba para garantir a permanência da água nos depósitos elevados, bem como a pressão em toda a rede.

6.5. Rede de esgotos

O sistema preconizado é o separado Águas Negras e Cinzentas. Todos os dispositivos existentes nas instalações que originam afluentes serão sifonados.

As câmaras de visitas terão dimensões mínimas de 0.40*0.40 m², sendo a profundidade ditada pela pendente das tubagens e de modo que se efectua a autolimpeza em condições normais.

As câmaras de junção e recolha suspensas nas lajes serão executadas em betão armado e totalmente impermeabilizadas com pendentes nunca inferiores a 2% de modo a evitarem vazamentos.

A ventilação prevista para os aparelhos sanitários será a primária, com o prolongamento dos tubos de quedas até 0,30 metros acima do nível do terraço. Toda a rede será executada em tubos PVC rígidos PN4, bem como os acessórios de ligação.

As canalizações serão assentes em leito previamente preparado, tendo uma inclinação compreendida entre os 2 e 4 %.

6.6. Drenagem pluvial residual

O edifício possui duas caleiras, dois tubos de que e um colector a

Para o dimensionamento da rede de drenagem pluvial foram considerados os seguintes aspectos:

- O diâmetro mínimo dos ramais de descarga é 50 mm sendo as inclinações compreendidas entre 10 e 40 mm/m;
- Considerando o corte, a cobertura do edifício é de duas águas com inclinações para o lado oposto, que por conseguinte teremos duas áreas de contribuição, uma com aproximadamente $50m^2$ e uma outra com maior dimensão de $80m^2$ (de relembrar que a pequena área de superfície plana não foi considerada no dimensionamento);
- Admitindo 0.5% inclinação da calha;
- Zona de localização do Edifício – Zona C. Considerando um período de retorno de 10 anos e duração da precipitação de 8 min;
- Para o dimensionamento de tubo de queda admitiu-se $I \leq 0.04d$ e uma altura la lâmina líquida h de 7/10 da altura da secção da caleira;
- E para o colector admitindo uma inclinação de 2%;
- O diâmetro mínimo dos colectores prediais não deve ser inferior ao maior das distâncias das canalizações a eles ligadas: com um mínimo de 100 mm. As inclinações dos colectores devem estar compreendidas entre 10 e 40 mm/m.

Portanto, sem esquecendo de realçar que os dados utilizados não são próprios de Cabo Verde são adaptados de Portugal concretamente características do Arquipélago dos Açores que assemelha-se com a nossa.

6.7. Casos omissos e recomendações construtivas

Para os casos que não foram frisados na parte escrita do referido projecto, deve-se seguir as normas para uma melhor execução das canalizações, assim como contactar o responsável pela elaboração do projecto ou ainda um especialista devidamente credenciado na área.

De acordo com as normas recomenda-se os seguintes aspectos a serem levados em conta para um funcionamento adequado das canalizações:

- Inserção de bocas de limpeza ao longo de todos os tubos de queda, assim como em todos os andares e nas mudanças de direcção.
- Fazer a concordância do tubo de queda com o ramal de esgotos horizontal através de uma curva de raio longo.
- Os troços serão rectos, sempre com a introdução de caixas de visitas nas zonas de mudança de direcção, tendo estas as dimensões mínimas de 0.40 x 0.40 e uma profundidade de acordo com a inclinação de forma a garantir a sua autolimpeza.

6.8. Traçado da rede

Para o traçado da rede de água e esgotos residuais foi levado em conta as considerações vigentes no Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais.

Em anexo encontra-se pormenorizado o traçado da rede predial de água, esgotos e drenagem de águas pluviais.

6.9. Dimensionamento da rede de abastecimento de água

O dimensionamento das tubagens de água para o abastecimento do edifício foi feito a partir do ábaco de Fair-Whipple-Hsiao, assim obtendo os seguintes resultados abaixo

Ramal de alimentação do r/chão

DADOS			RESULTADOS					
Despositivos	Quant.	Caudal Instant.	Caudal Acumulado	Coef. Simult.	Caudal Total	Caudal Calculo	Diametro Ramal	Velocidade Escoamento
Autoclismo	4,0	0,10	0,40	0,267	2,10	0,56	15,00	1,49
Bidés		0,10	0,00					
Lavatorios	4,0	0,10	0,40					
Lava Louças	2,0	0,20	0,40					
Maq. Lava Roupa	1,0	0,20	0,20					
Maq. Lava Louça		0,15	0,00					
Banheiras		0,25	0,00					
Polibans	3,0	0,15	0,45					
Esquentadores	1,0	0,25	0,25					
Total	15,00							

Perda de carga no ramal de alimentação do r/chão

$J = 8.69 * 10^6 * Q^{1.57} * d^{-4.75}$ ➔ $J = 8.69 * 10^6 * 0.56^{1.57} * 15^{-4.75}$

$J = 9.06\ mm/mm$

Ramal de alimentação do 1º andar

DADOS			RESULTADOS					
Despositivos	Quant.	Caudal Instant.	Caudal Acumulado	Coef. Simult.	Caudal Total	Caudal Calculo	Diametro Ramal	Velocidade Escoamento
Autoclismo	4,0	0,10	0,40	0,243	2,70	0,65	20,0	1,59
Bidés		0,10	0,00					
Lavatorios	4,0	0,10	0,40					
Lava Louças	2,0	0,20	0,40					
Maq. Lava Roupa	2,0	0,20	0,40					
Maq. Lava Louça		0,15	0,00					
Banheiras		0,25	0,00					
Polibans	4,0	0,15	0,60					
Esquentadores	2,0	0,25	0,50					
Total	18,00							

Perda de carga no ramal de alimentação do 1º andar

$J = 8.69 * 10^6 * Q^{1.57} * d^{-4.75}$ ➔ $J = 8.69 * 10^6 * 0.65^{1.57} * 20^{-4.75}$

$J = 2.92\ mm/mm$

Ramal de alimentação do sótão

DADOS			RESULTADOS					
Despositivos	Quant.	Caudal Instant.	Caudal Acumulado	Coef. Simult.	Caudal Total	Caudal Calculo	Diametro Ramal	Velocidade Escoamento
Autoclismo	2,0	0,10	0,20	0,378	1,15	0,43	15,0	1,49
Bidés		0,10	0,00					
Lavatorios	2,0	0,10	0,20					
Lava Louças	1,0	0,20	0,20					
Maq. Lava Roupa		0,20	0,00					
Maq. Lava Louça		0,15	0,00					
Banheiras		0,25	0,00					
Polibans	2,0	0,15	0,30					
Esquentadores	1,0	0,25	0,25					
Total	8,00							

Perda da carga no ramal de alimentação do sótão

$J = 8.69 * 10^6 * Q^{1.57} * d^{-4.75}$ ➔ $J = 8.69 * 10^6 * 0.43^{1.57} * 15^{-4.75}$

$J = 5.98\ mm/mm$

Ramal de alimentação geral

DADOS			RESULTADOS					
Despositivos	Quant.	Caudal Instant.	Caudal Acumulado	Coef. Simult.	Caudal Total	Caudal Calculo	Diametro Ramal	Velocidade Escoamento
Autoclismo	10,00	0,10	1,00	0,258	5,95	1,54	25,0	1,88
Bidés	0,00	0,10	0,00					
Lavatorios	10,00	0,10	1,00					
Lava Louças	5,00	0,20	1,00					
Maq. Lava Roupa	3,00	0,20	0,60					
Maq. Lava Louça	0,00	0,15	0,00					
Banheiras	0,00	0,25	0,00					
Polibans	9,00	0,15	1,35					
Esquentadores	4,00	0,25	1,00					
Total	41,00							

Perda de carga no ramal de alimentação do geral

$J = 8.69 * 10^6 * Q^{1.57} * d^{-4.75}$ ➔ $J = 8.69 * 10^6 * 1.54^{1.57} * 25^{-4.75}$

$J = 3.91\ mm/mm$

6.10. Dimensionamento da rede de drenagem das águas residuais

O dimensionamento das redes das águas residuais foi feito aplicando o método do coeficiente de simultaneidade, pela via gráfica. A rede estará constituída por Sete tubos de quedas, Três Ramais de Esgotos Horizontais, uma Caixa de Visita e um Colector Geral, de ligação a rede Pública de Esgotos.

Dimensionamento dos Tubos de Quedas

Designação	*Quant.*	*Qac / Piso (l/mim)*	*Qac Total (l/mim)*	*Coef. Simult.*	*Qc (l/mim)*	*Taxa de Ocupação*	*Diametro (mm)*	*Qc/d Ruído ≤2.5*
TQ1	3,0	110,0	330,0	0,333	110,0	1/6	90,0	1,2
TQ2	3,0	150,0	450,0	0,500	225,0	1/4	90,0	2,5
TQ3	3,0	90,0	270,0	0,707	190,9	1/5	90,0	2,1
TQ4	3,0	60,0	180,0	0,447	80,5	1/6	75,0	1,1
TQ5	2,0	90,0	180,0	1,000	180,0	1/5	90,0	2,0
TQ6	3,0	60,0	180,0	0,500	90,0	1/6	75,0	1,2
TQ7	2,0	120,0	240,0	0,447	107,3	1/6	90,0	1,2

6.10.1. Ramais de esgotos horizontais

Para a determinação do dimensionamento dos ramais de esgotos horizontais foram levados em conta as seguintes bases de dados:

Bases de Cálculos

Inclinação: I = 2 %

n = 0.01 (PVC – Liso)

γ= (Kg/m³) 1300

Dimensionamento dos Ramais de Esgotos Horizontais

Troço Ramais	**Descarga**	**Qa (l/min)**	**qe (l/min)**	***Coef. Simult.***	**Diametro (mm)**	**Qe (l/min)**	**qe/Qe**	**R/d**	**R (m)**	**τ (N/ m²)**
REH1	TQ3+TQ4	271,42	95,96	0,354	110,00	736,00	0,130	0,245	0,027	7,020
REH2	REH7+TQ5 +TQ6	541,42	139,79	0,258	110,00	736,00	0,190	0,245	0,027	5,980
REH3	TQ1+TQ2+ TQ7	442,3	98,91	0,224	110,00	736,00	0,134	0,245	0,027	5,980
C.GERAL	REH1+REH 2+REH3	1255,17	187,11	0,149	125,00	1035,00	0,181	0,248	0,031	6,240

Simbologias:

$\boldsymbol{\tau}$ ($\tau = \gamma * R * I$) - Tensão de arrastamento (N/m^2);

$\boldsymbol{Qe}$ - Caudal de secção Cheia;

$\boldsymbol{qe}$ - Caudal Afluente;

$\boldsymbol{R}$ - Raio Hidráulico;

$\boldsymbol{\gamma}$ - Peso Especifico da Agua Residual;

$\boldsymbol{d}$ - Diâmetro;

$\boldsymbol{n}$ - Coeficiente de Rugosidade da Tubagem;

$\boldsymbol{I}$ – Inclinação.

6.11. Dimensionamento de caleira, tubo de queda e colector predial de águas pluviais

1. Dimensionamento da caleira de secção semicircular

$A_{c1} = 50m^2$ ⟶ Tabela 12 anexo 3 ⟶ $53cm^2$

$i = 0.5\%$

1.1. Cálculo do diâmetro de caleira a meia secção CL_1

$A = \frac{\pi * d^2}{4} * \frac{1}{2}$ ➡ $A = \frac{\pi * d^2}{8}$ ➡ $d = \sqrt{\frac{8 * A}{\pi}}$

$d = \sqrt{\frac{8 * 50}{\pi}}$ ➡ $d_{CL1} = 125\ mm$

O diâmetro da CL_1 é de 125 mm

1.2. Cálculo do diâmetro de caleira a meia secção CL_2

$A_{c2} = 80m^2$ ⟶ Tabela 12 anexo 3 ⟶ $75m^2$

$i = 0.5\%$

$d_{CL2} = \sqrt{\frac{8 * A}{\pi}}$ ➡ $d_{CL1} = \sqrt{\frac{8 * 80}{\pi}}$ ➡ $d_{CL2} = 150\ mm$

O diâmetro da CL_2 é de 150 mm

2. Dimensionamento de tubo de queda TQP_1 e TQP_2

2.1. Tubo de queda, TQP_1

$Q_c = K * I * A_{c1}$

Considerando $K = 1$, superfície da cobertura inclinada lisa.

$I = a * t^b$ (a, b e t, são constantanes tabelados em tabela 8 do anexo 3)

$I = 348.82 * 10^{-0.549}$ ➡ $I = 98.53\ l/h.m^2$ ➡ $I = 1.64\ l/min.m^2$

Sendo assim:

$Q_c = 1 * 1.64 * 50$ ➡ $Q_c = 82\ l/min$

Altura da lâmina líquida h_1

$h_1 = \frac{d_{CL1}}{2} * \frac{7}{10}$ ➡ $h_1 = \frac{125}{2} * \frac{7}{10}$ ➡ $h_1 = 43.75\ mm$

Tabela 11 do anexo 3

$h_1 = 43.75\ mm$

$Q_C = 82\ l/min$ ⟶ $d = 75\ mm$

$I < 0.04d$

O diâmetro de TQP_1 é de 75 mm com comprimento de 3 m.

2.2. Dimensionamento de TQP_2

$Q_c = K * I * A_{c2}$ ➡ $Q_c = 1 * 1.64 * 80$ ➡ $Q_c = 131.2\ l/min$

Altura da lâmina líquida

$h_2 = \frac{d_{CL2}}{2} * \frac{7}{10}$ ➡ $h_1 = \frac{150}{2} * \frac{7}{10}$ ➡ $h_1 = 52.5mm$

Tabela 11 do anexo 3

$h_2 = 52.5\ mm$

$Q_C = 131.2\ l/min$ ⟶ $d = 90\ mm$

$I < 0.04d$

O diâmetro de TQP_2 é de 90 mm, com comprimento de 4 m.

3. Dimensionamento de colector predial de água pluvial CP

$Q_c = 82\ l/min$ ⟶ Tabela 10 do anexo 3 ⟶ $d = 110\ mm$

$I = 2\%$

Conclusões

O principal objectivo deste trabalho era reunir e disponibilizar as informações necessárias, a um correcto dimensionamento de redes prediais de águas esgotos e drenagem de águas pluviais residuais.

Para tal foi efectuada uma pesquisa baseada, fundamentalmente em normas e regulamentos, nacionais e internacionais, com o intuito de identificar várias abordagens de dimensionamento. Foram ainda consultadas publicações de vários autores, o que permitiu completar a tese monográfica com medidas que, não sendo regulamentares nem obrigatórias, devem ser tidas em conta na optimização dos sistemas. Entre estas recomendações encontram-se algumas relacionadas com a qualidade dos sistemas e com o conforto dos utilizadores, bem como medidas visando a maior durabilidade dos materiais.

Conclui-se que, apesar dos métodos de dimensionamento preconizados nas normas e regulamentos considerados basearem-se em pressupostos idênticos, é possível apresentar abordagens de cálculo mais teóricas, com cálculo analítico de todos os componentes do sistema, ou mais práticas, com consulta de tabelas de cálculo.

Para ilustrar o método de dimensionamento estudado e clarificar eventuais dúvidas foi considerado um caso de estudo prático bastante simples. Neste caso de estudo, considerou-se um edifício com três pisos e que foi feito tanto o traçado como o dimensionamento da rede de abastecimento de água, esgotos e drenagem pluviais, através de ábacos e tabelas, sem fugir das normas do RGSPPDADA que é vigente no nosso país.

Após de ter o conhecimento de como fazer o traçado e dimensionamento, é de se notar que, na Cidade da Praia, algumas edificações cumprem com o projecto hidros-sanitário, mas a maioria seguem a lógica sobretudo no que diz respeito a drenagem de águas pluviais residuais.

De qualquer forma, considera-se que os objectivos propostos para esta monografia foram alcançados e espera-se que esta monografia possa constituir um documento útil para o dimensionamento das redes de abastecimento de água, esgotos e drenagem de águas pluviais residuais.

Referências Bibliográficas

Livros e artigos de investigação

- ASSIS PAIXÃO, Mário. Águas e Esgotos em Urbanização e Instalação Predial:2ª edição, Damaia, Fevereiro de 1999.

- CARVALHO JÚNIOR, Roberto. Instalações hidráulicas e o projecto de arquitectura: 1ª edição, São Pulo,2007.

- CREDER, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias: 6ªEdição.Rio de Janeiro,2006.

- MOTA, S. (2006) Sistemas de Saneamento. In: Introdução à engenharia ambiental: 4ª Edição. Rio de Janeiro: ABES.

- TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva – Água de Chuva para Áreas Urbanas e fins não Potáveis. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

- ZANCHETTA, R. C. & LINDNER, E. A. Projecto hidros-sanitário de uma edificação multifamiliar com reuso de água: estudo de caso Joaçaba – SC. I Simpósio de Recursos Hídricos do Su-sudeste. ABRH. Curitiba, 2006.

Normas

- NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT.

- RGSPPDADA - Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais (Decreto Regulamentar Nº 23/95). Lisboa, 1995.

- RSCI - Regulamento de Segurança Contra Incêndio.

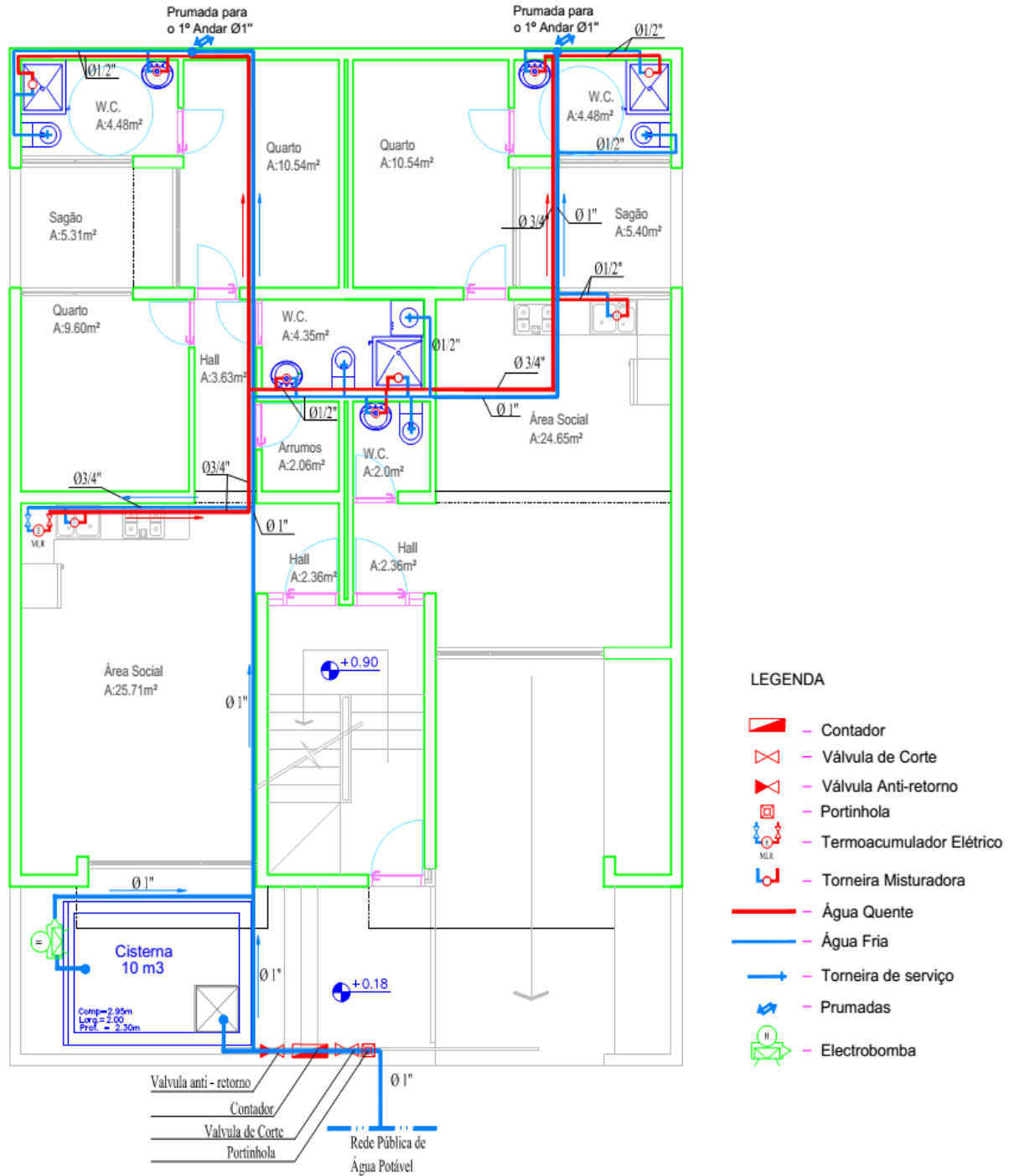
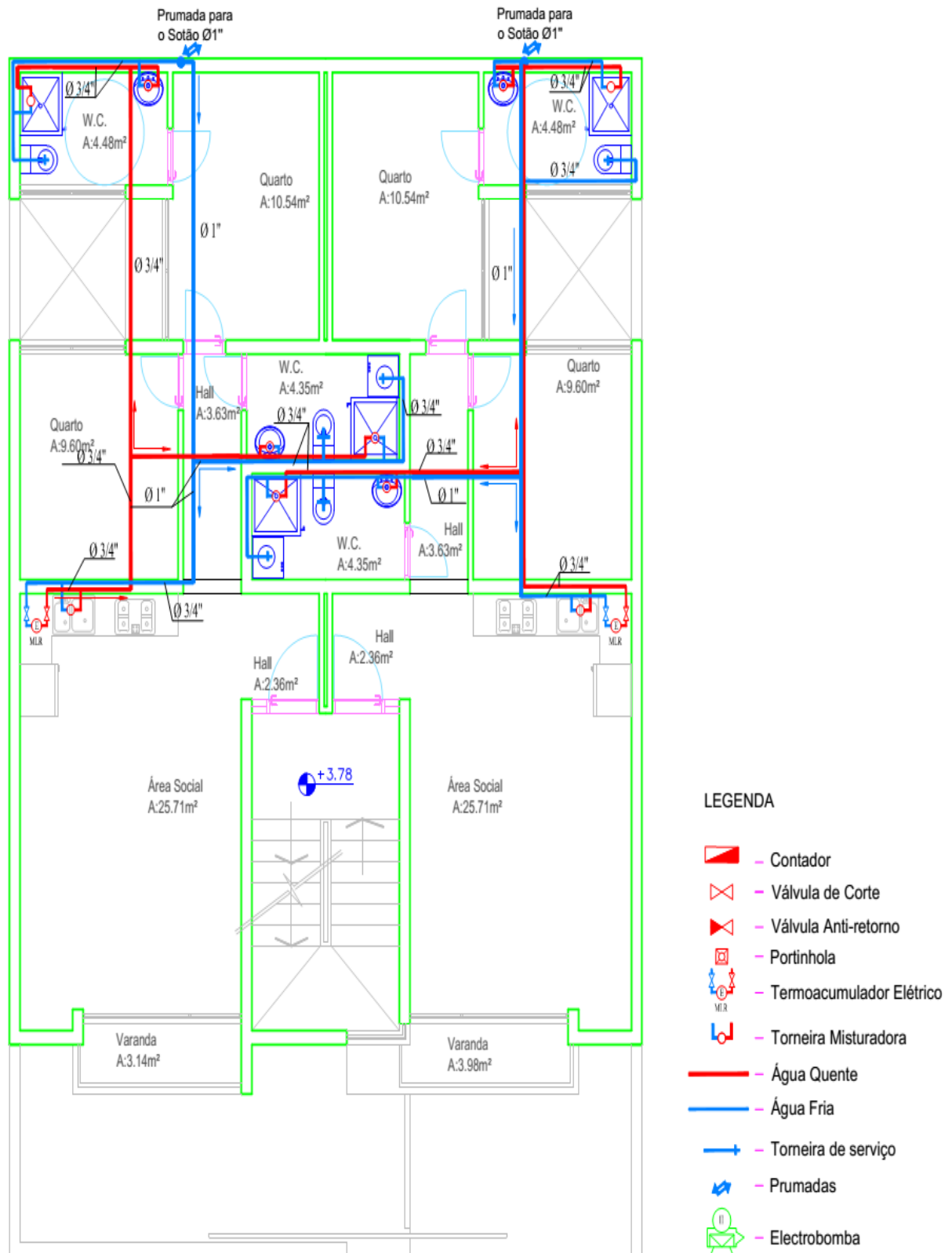
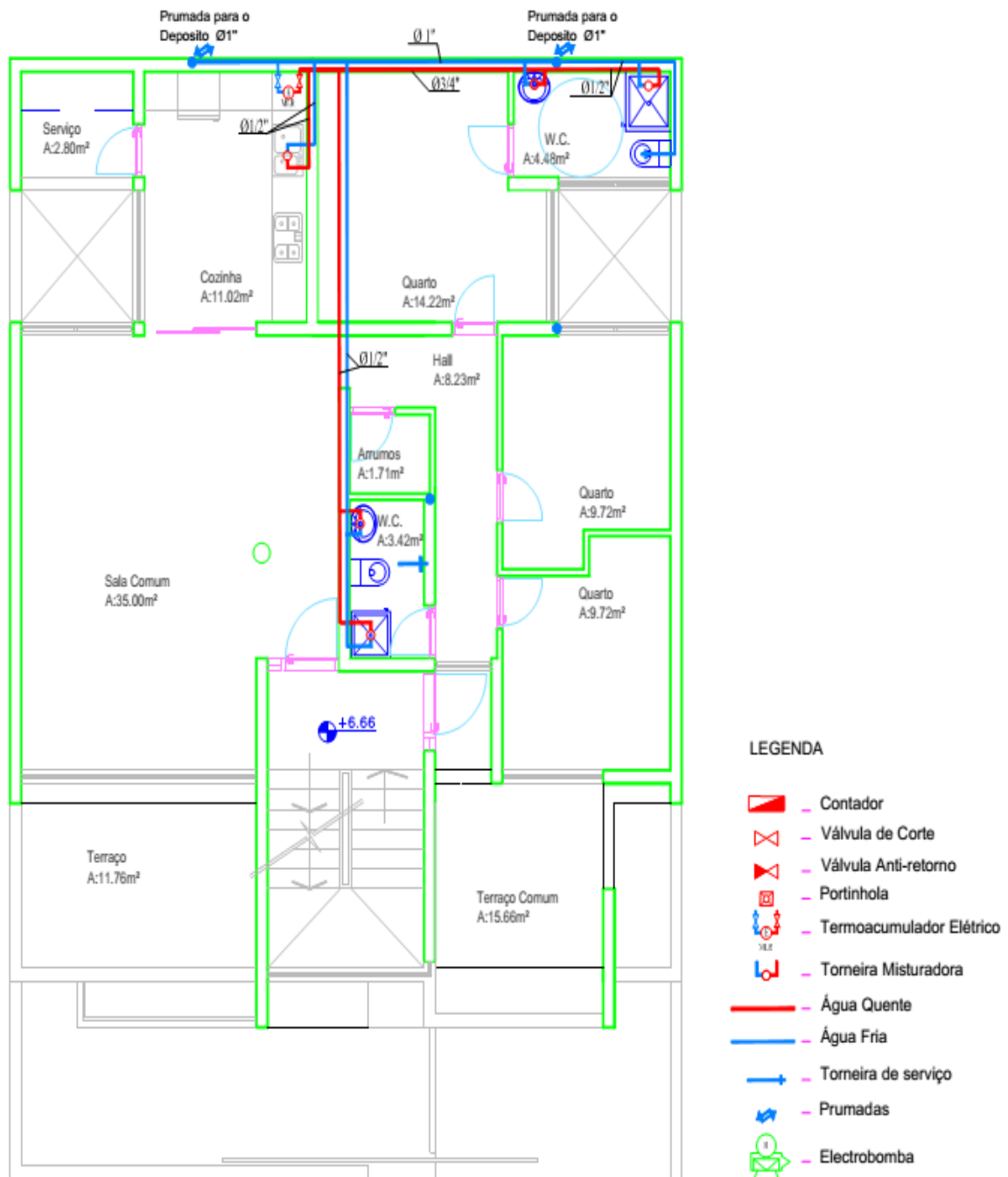
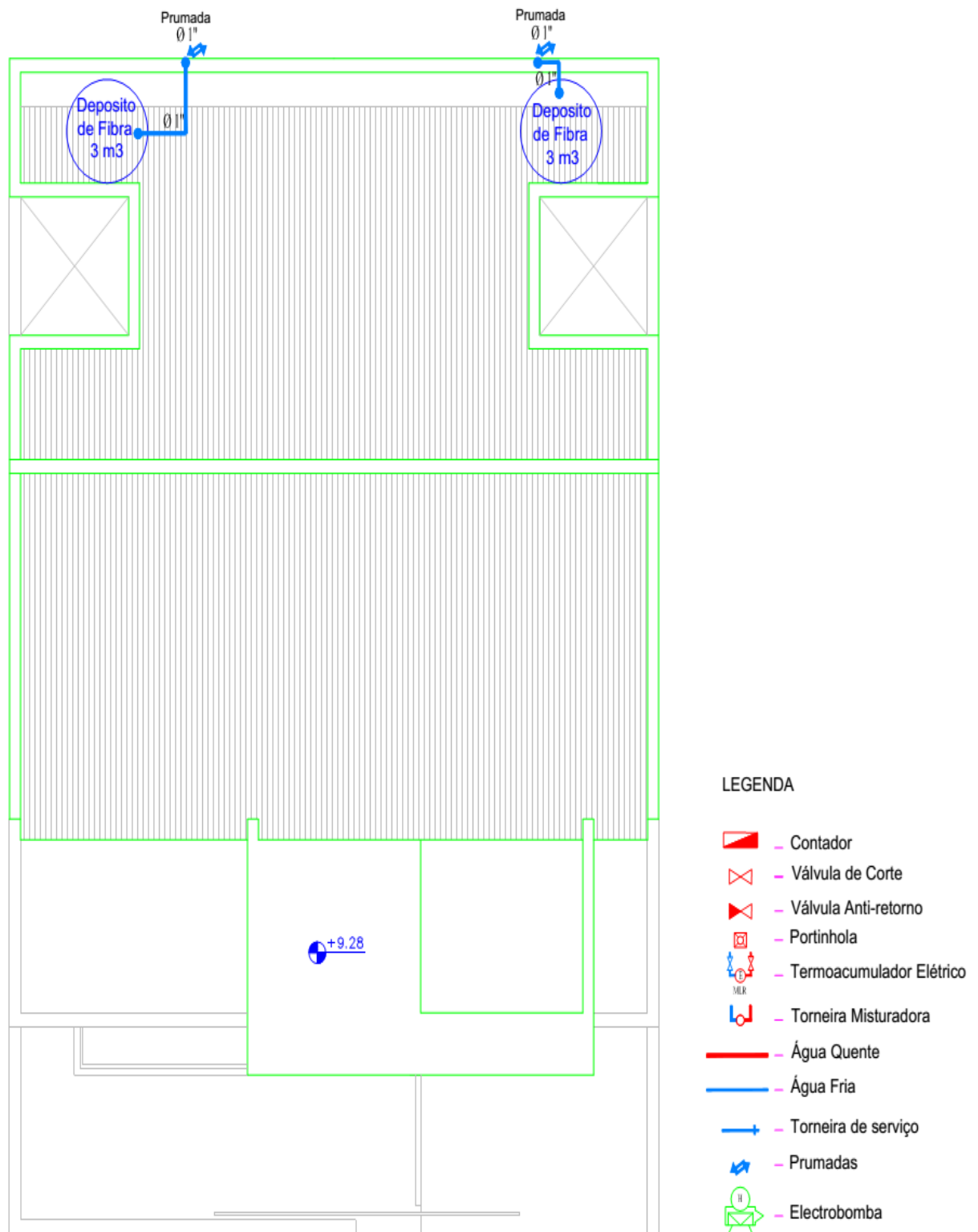
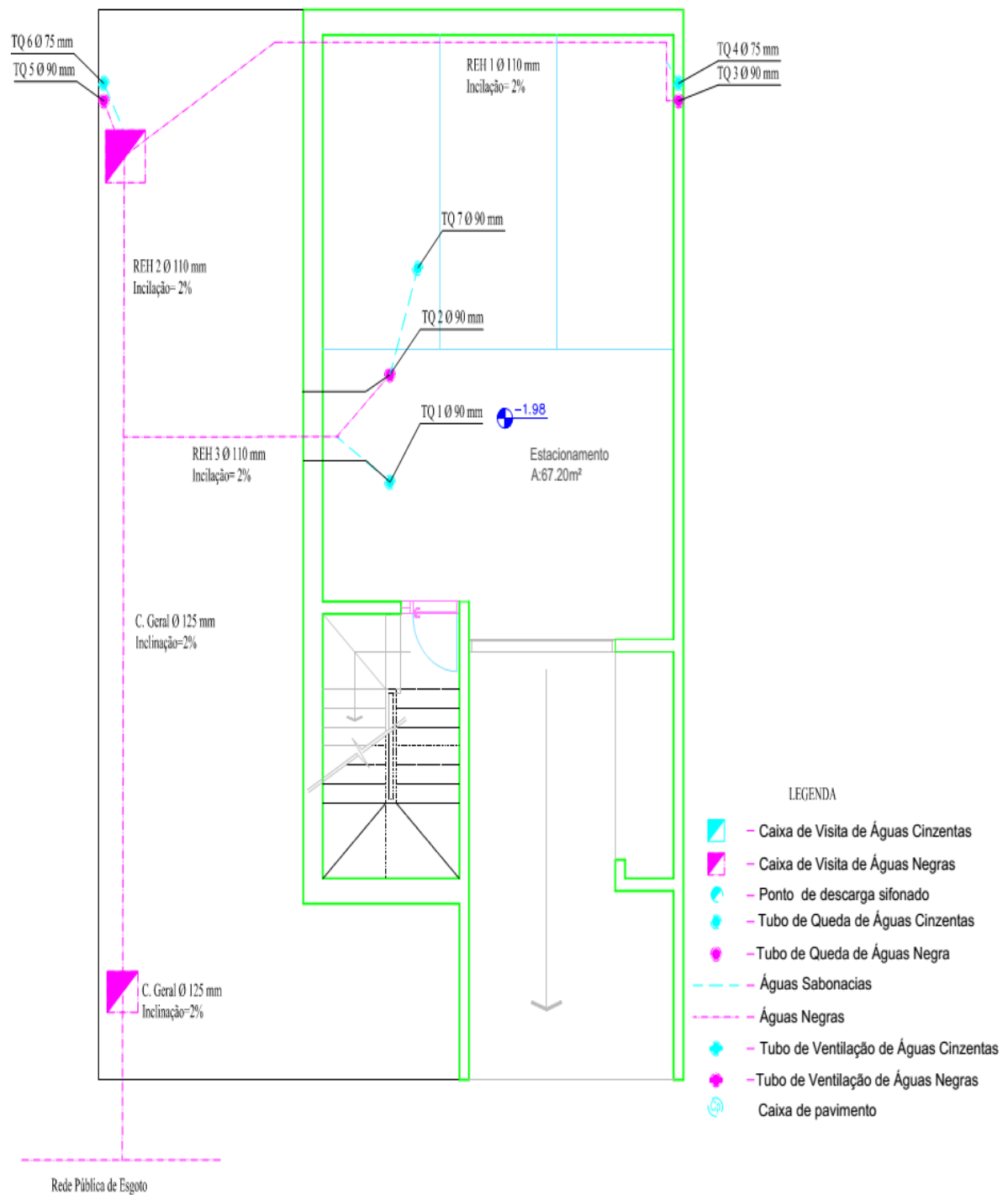
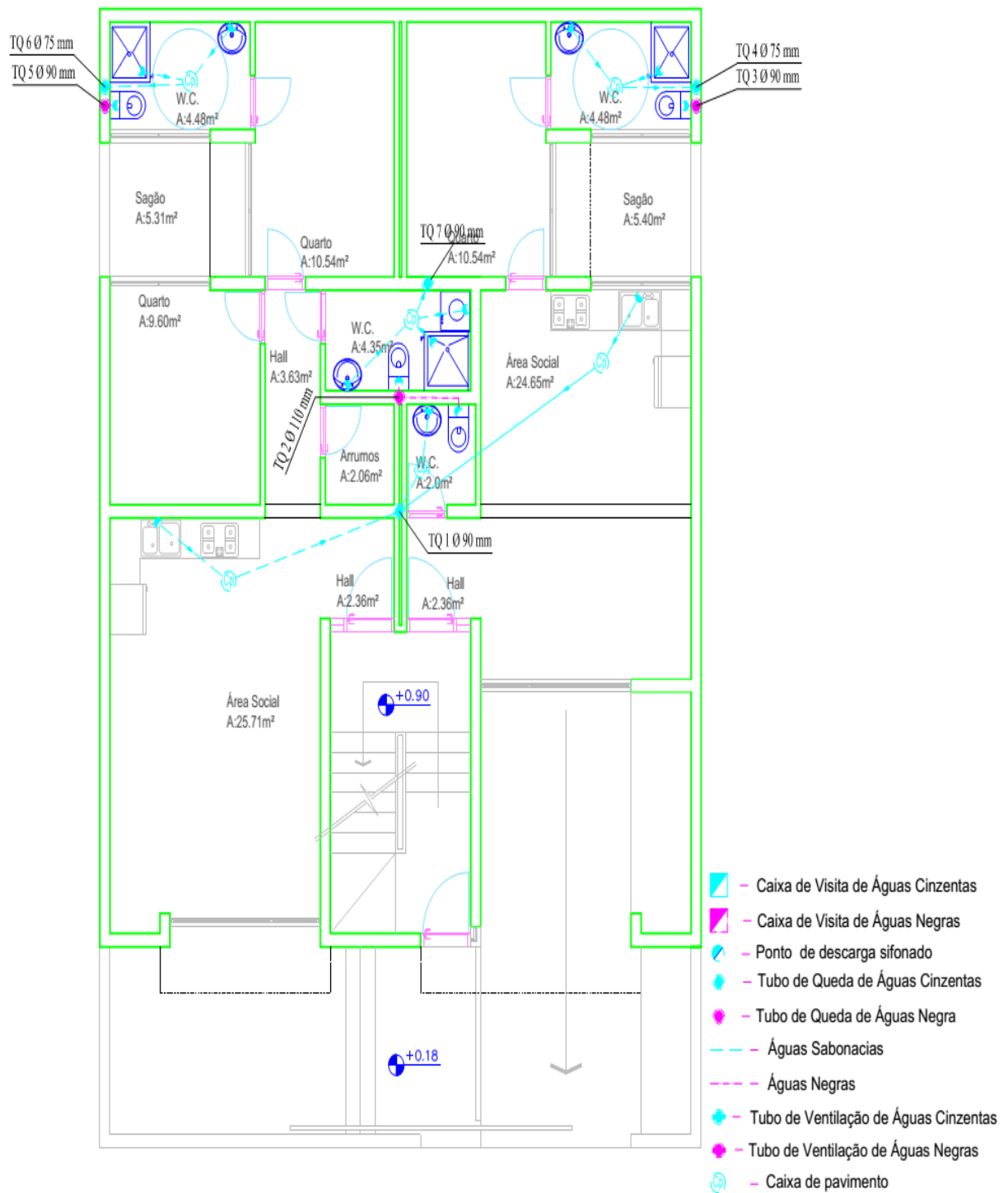
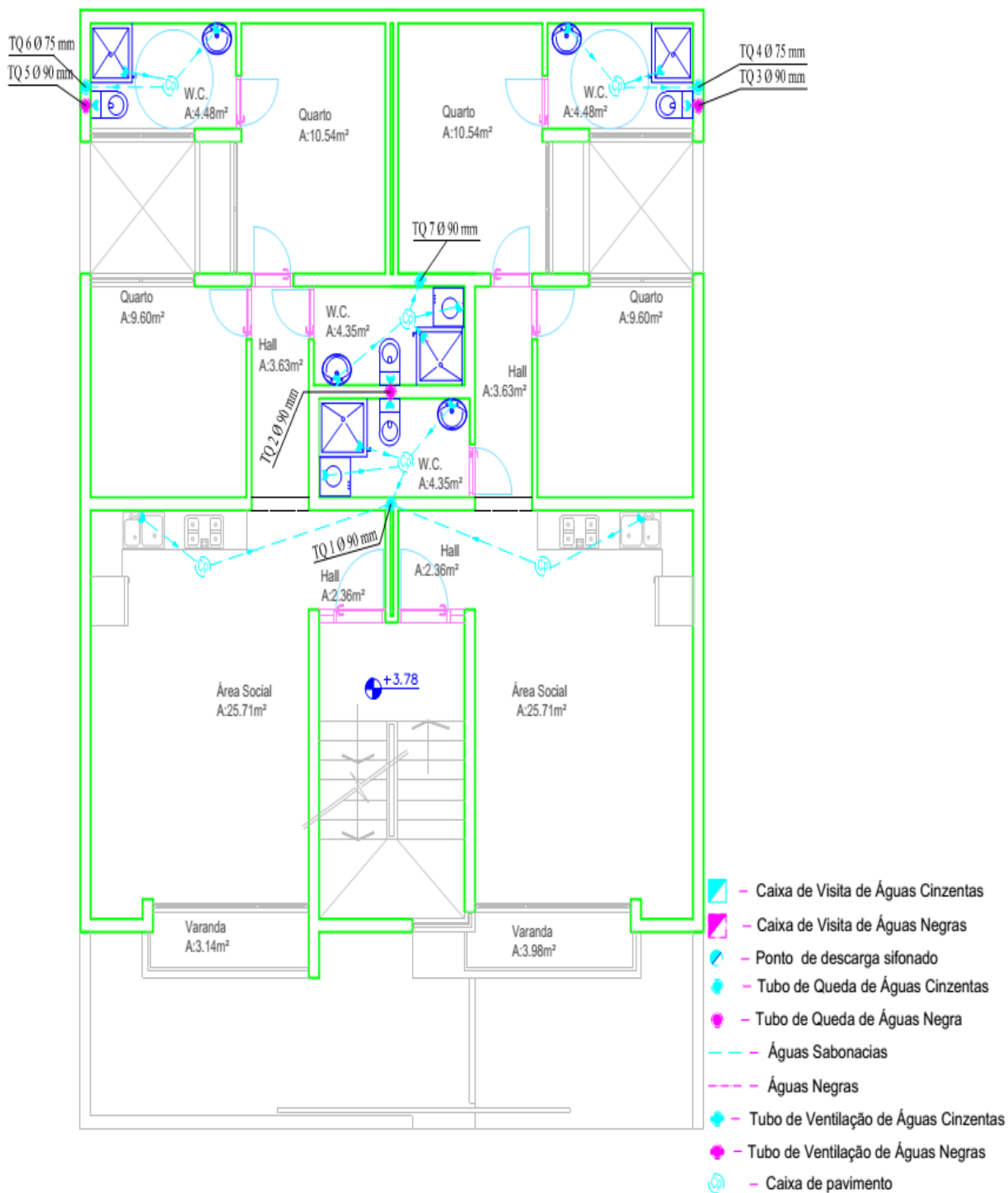
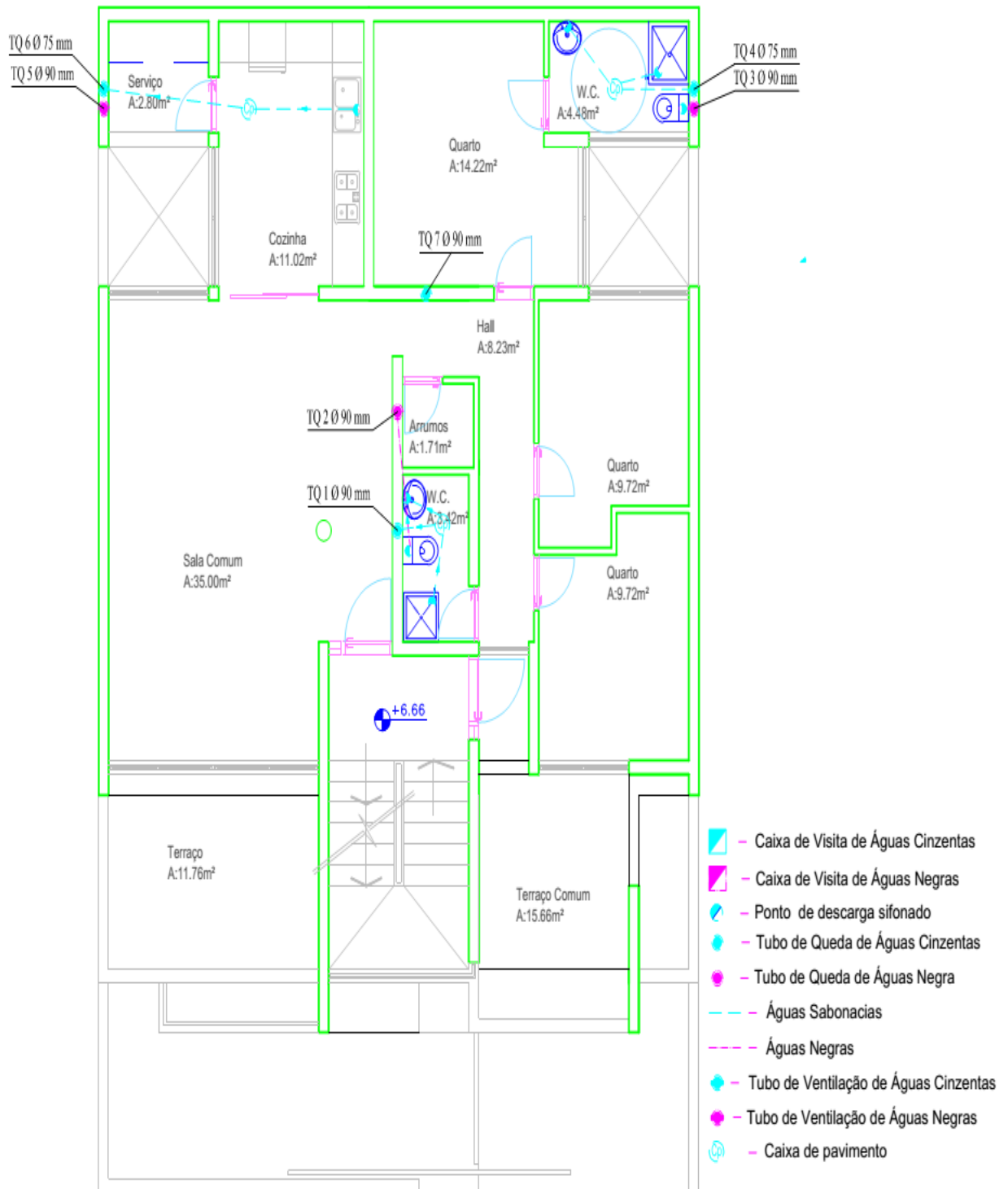
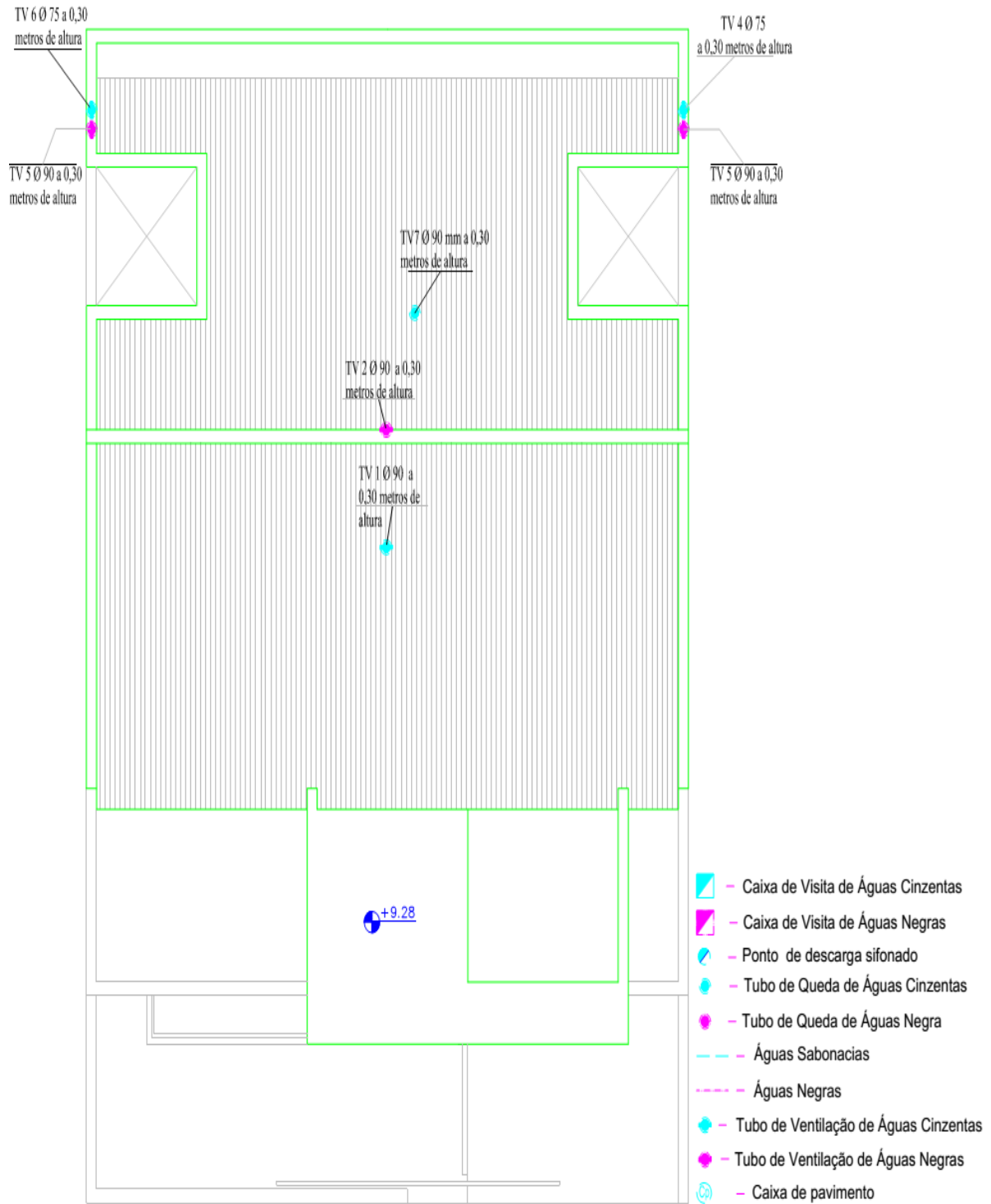
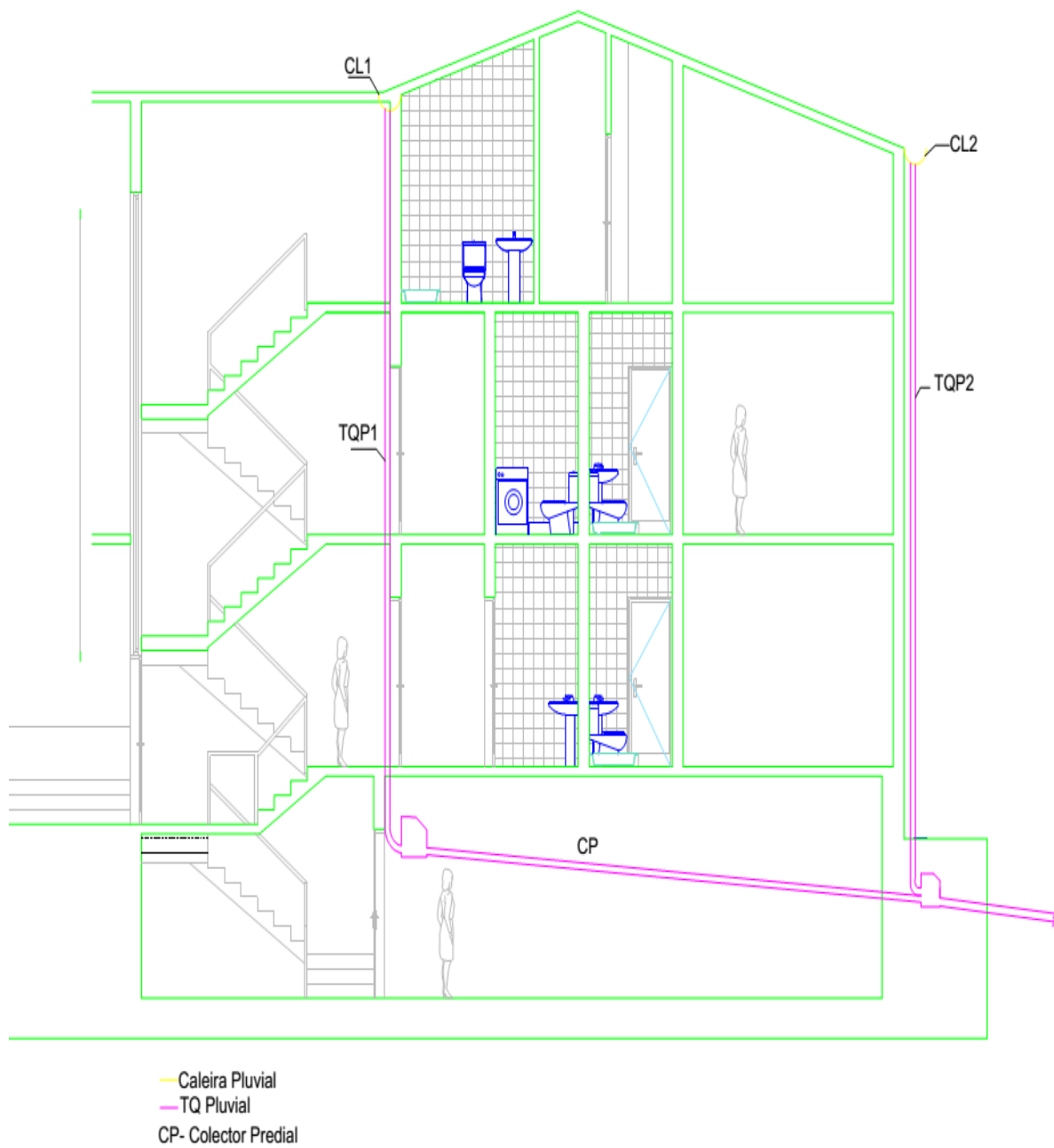
Web grafia

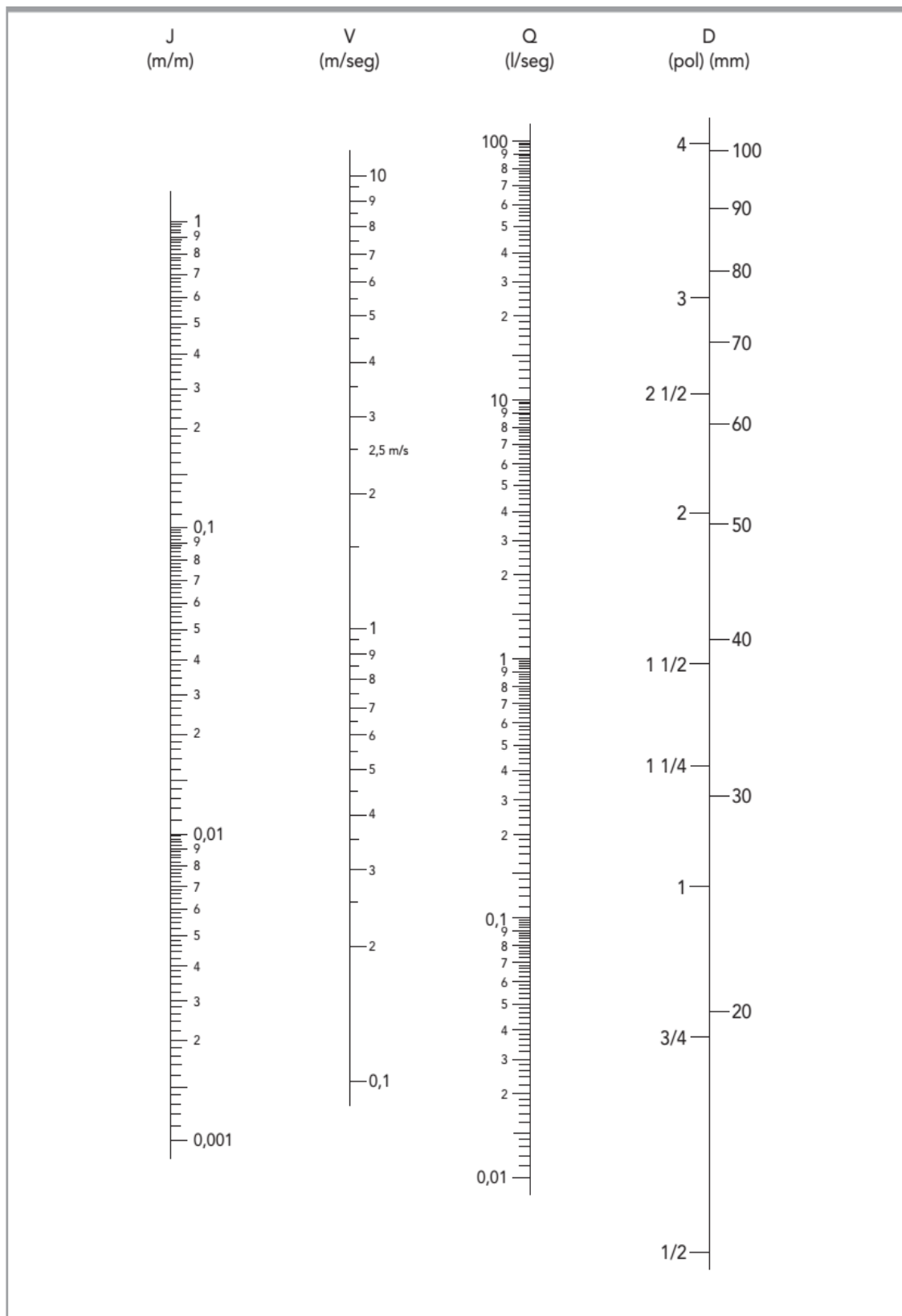
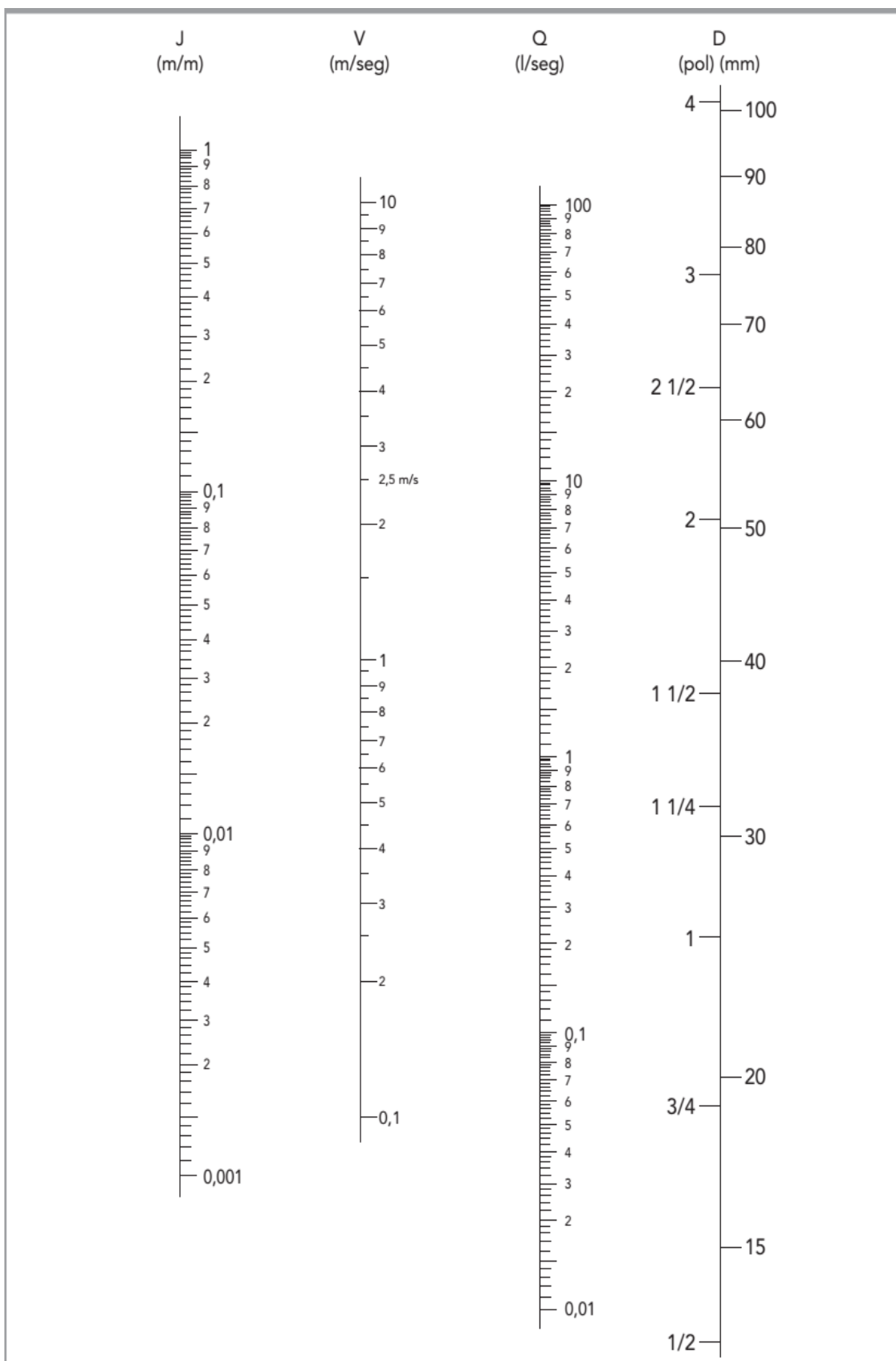
- Carvalho Sousa Ferreira, Maria Inês; “Estudo comparativo entre o Regulamento Geral e a Norma Europeia 12056-2”; Disponível em: www.anteprojectos.com.pt; Acesso: (05/08/2014 aos 12:05 min).

- DI BERNARDO; Luís; “Instalação predial de águas pluviais”; *Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento*; Disponível em: www.civilnet.com.br; Acesso: (em 29/09/2014 aos 17:54 min).

- GHISI, Eneidir; “Instalações prediais de água fria”. Março de 2004; Disponível em: www.labeee.ufsc.br/antigo/arquivos/publicacoes/AguaFria_EGhisi_atualizada.pdf (livro); Acesso (12/06 2014 as 22:35min).

Anexos

Anexo1: Traçado da rede de água, esgotos e drenagem de águas pluviais.

Traçado da rede de Água R/C.

Traçado da rede de Água 1º andar.

Traçado da rede de Água Sótão.

Traçado da rede de Água Cobertura.

Traçado da rede de esgoto cave.

Traçado da rede de esgoto R/C.

Traçado da rede de esgoto 1º andar.

Traçado da rede de esgoto sótão.

Traçado da rede de esgoto cobertura.

Traçado da rede de drenagem de água pluvial.

Anexo 2- Ábacos para dimensionamento de rede de abastecimento de água.

Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de aço galvanizado e ferro fundido.

Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico.

Anexo 3- Tabelas usado no dimensionamento.

Água e Esgoto Predial.

Dimensionamento tubo de queda de Aguas Residuais Domesticos					
Diametro do tubo (mm)	Caudais (l/ min) Taxa de ocupação - Ts				
	1|3	1|4	1|5	1|6	1|7
50	103	64	44	32	25
63	191	118	81	59	47
75	305	185	130	94	74
90	495	306	210	156	121
110	845	520	360	265	206
125	1145	735	510	375	290
140	1609	995	685	510	392

Tabela 1

Dimensionamento Ramais de Descarga Aguas Residuais Dom.				
Diametro do tubo (mm)	Qe - Caudais (l/ min) I - Inclinação (%)			
	1	2	3	4
40	18	25	30	35
50	32	45	55	64
63	59	83	102	118
75	94	133	162	183
90	152	216	264	305
110	260	368	451	521
125	366	518	634	732
150	595	842	1031	1191

Tabela 2

Dimensionamento Colectores prediais aguas residuais				
Diametro Colector (mm)	Caudais (l/ min) Inclinação (%)			
	1	2	3	4
110	260	368	451	521
125	366	518	634	732
140	565	620	752	885
160	632	885	1.075	1.265
200	1282	1813	2221	2564
250	2324	3287	4026	4649
315	3687	5414	6574	7734

Tabela 3

Dimensionamento Ramais de Descarga Aguas Pluviais				
Diametro Ramal (mm)	Caudais (l/ min) I - Inclinação (%)			
	1	2	3	4
40	35	50	61	70
50	64	90	110	127
63	118	167	204	236
75	188	265	325	375
90	305	431	528	610
110	521	736	902	1041
125	732	1035	1268	1464
150	1191	1684	2062	3281

Tabela 4

Aparelhos	Caudal Descarga	Caudal Instantanio
Aparelhos	(l /min)	(l / s)
Autoclismo	90,0	0,10
Banheira	60,0	0,25
Bidé	30,0	0,10
Chuveiro	30,0	0,15
Maq.Lava Louça	60,0	0,15
Maq.Lava Roupa	60,0	0,20
Lavatotio	30,0	0,10
Lava Louça	30,0	0,20
Ralo Pavimento	30,0	

Tabela 5

Dimensionamento de Colectores Prediais de Agua Pluvial				
Diametro do tubo (mm)	Qe - Caudais (l/ min) I - Inclinação Colector (mm)			
	1	2	3	4
110	521	736	902	1041
125	732	1035	1268	1464
140	894	1252	1520	1788
160	1279	1792	2175	2560
200	2564	3626	4441	5128
250	4649	6575	8052	9298
315	7824	10954	13301	15648

Tabela 6

Diametro do tubo (mm)	Taxa Ocupação (ts)
50	1\3
50 a 75	1\4
75 a 100	1\5
100 a 125	1\6
> 125	1\7

Tabela 7

Drenagem pluvial Residual.

Regiões pluviométricas						
Regiões	A		B		C	
T (anos)	***a***	***b***	***a***	***b***	***a***	***b***
2	202,7	-0,58	162,2	-0,58	243,26	-0,577
5	259,3	-0,56	207,4	-0,56	311,11	-0,562
10	290,7	-0,55	232,2	-0,55	348,82	0,549
20	317,7	-0,54	254,3	-0,54	382,29	-0,538
50	349,5	-0,52	279,6	-0,52	419,45	-0,508
100	365,5	-0,51	292,5	-0,5	434,75	-0,504

Tabela 8

Dimensionamento dos ranais de descargas de água pluviais				
Diâmetro d (mm)	**Caudais Qc (l/min)**			
	Inclinação i			
	1%	**2%**	**3%**	**4%**
50	62	88	108	125
75	170	278	341	394
90	327	463	567	655
110	559	791	968	1118
125	786	1112	1362	1572

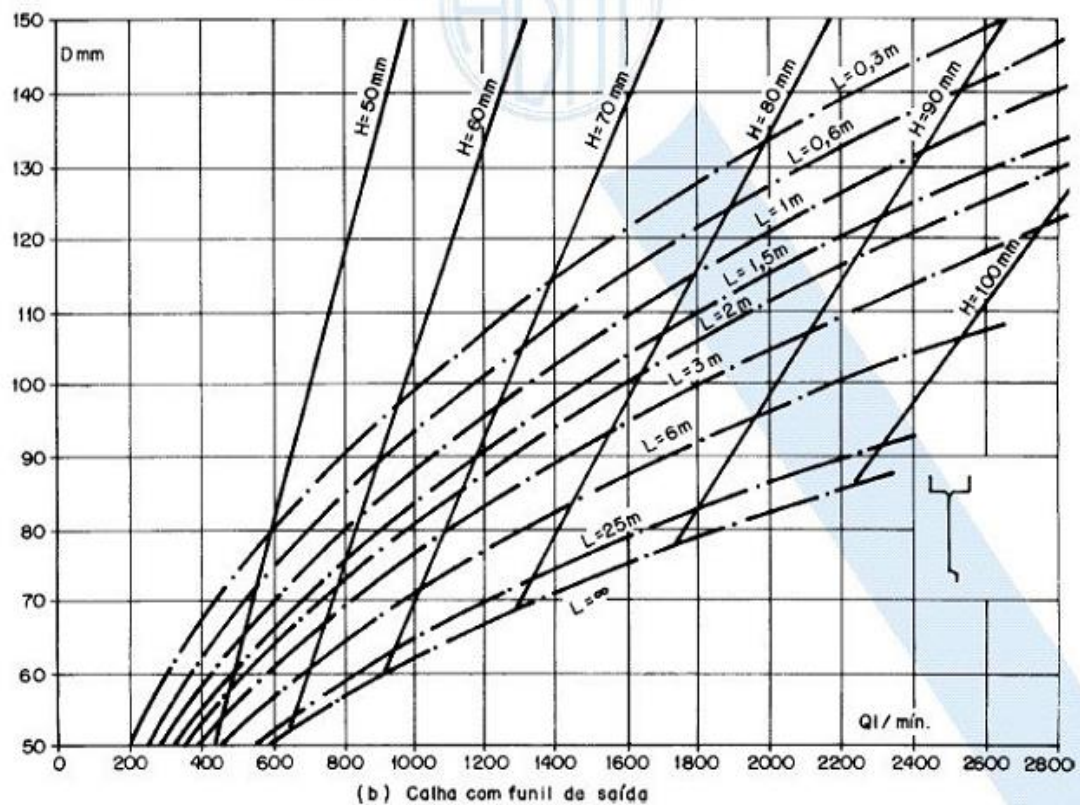
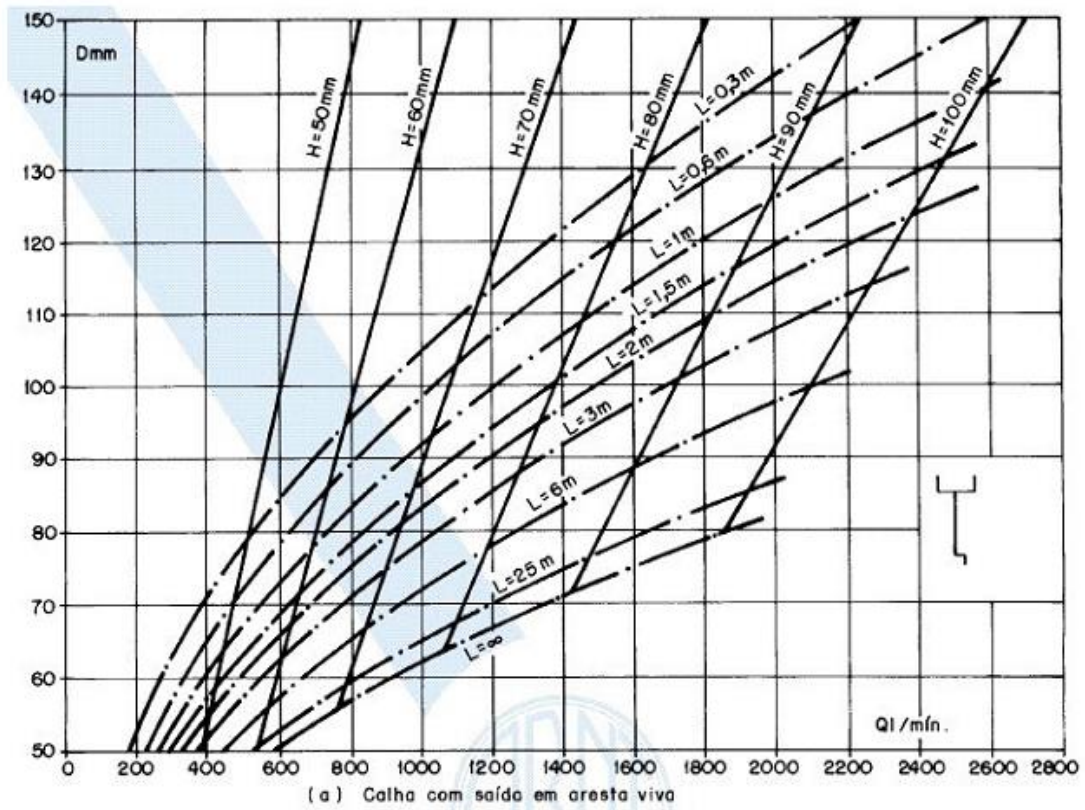
Tabela 9

Dimensionamento de coletor prediais de águas pluviais				
Diametro d (mm)	Caudais Qc (l/min)			
	inclinação i			
	1%	2%	3%	4%
110	559	790	968	1118
125	777	1099	1345	1554
140	1051	1487	1821	2103
160	1052	2124	2601	3004
200	2725	3854	4720	5451
250	5136	7009	8584	9913
315	9182	12986	15904	18365

Tabela 10

Dimensionamnto dos tubos de queda das águas pluviais												
Características	Comprimento (m)	Diâmetro d (mm)	Caudais Qc (l/min)									
			Altura da lâmina líquida h (mm)									
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I ≥0,04d, de entrada com aresta viva	2	50	21	69	143	244	374					
	3	75	31	96	192	320	480	673	903			
	4	100	40	123	241	395	585	812	1078	1383	1729	
	5	125	50	150	290	471	691	951	1253	1593	1984	2416
	6	150	59	176	340	546	796	1090	1428	1810	2239	2715
I ≥0,04d, de entrada cónica	2	50	27	84	170	286	432					
	3	75	39	118	233	382	567	788	1048			
	4	100	51	152	296	479	702	966	1271	1619	2011	
	5	125	63	187	354	575	837	1143	1494	1892	2336	2829
	6	150	75	221	421	672	971	1320	1718	2165	2662	3210
I<0,04d	2	50	26	37	45	52	58	64	69	74	78	83
	3	75	59	83	102	117	131	144	155	166	176	186
	4	100	104	148	181	209	233	256	276	295	313	330
	5	125	163	231	282	326	365	399	431	461	489	516
	6	150	235	332	407	470	525	575	621	666	704	743

Tabela 11

Anexo 4: Ábaco de dimensionamento de colector pluvial horizontal.

Anexo 5: Indicação para cálculos de área de contribuição.